



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Matemáticas

Escuela Académica Profesional de Estadística

**Factores asociados con la desnutrición crónica en niños
menores de 5 años en el Perú: regresión logística
multinivel**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Estadística

AUTOR

Luz Margareth IPARRAGUIRRE ORIHUELA

ASESOR

Ysela Dominga AGÜERO PALACIOS

Lima, Perú

2012



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Iparraguirre, L. (2012). *Factores asociados con la desnutrición crónica en niños menores de 5 años en el Perú: regresión logística multinivel*. Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Estadística. Escuela Académica Profesional de Estadística, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por el apoyo brindado durante mi carrera.

A la profesora Mg.Ysela Agüero Palacios por su paciencia, por el apoyo y aportes para la mejora al avance de este trabajo.

A mis amigos por su amistad y apoyo, en todo este tiempo que de una u otra forma permitieron las realizaciones de los diversos trabajos asignados en este tiempo.

RESUMEN

FACTORES ASOCIADOS CON LA DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS EN EL PERÚ: REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTINIVEL

LUZ MARGARETH IPARRAGUIRRE ORIHUELA

Junio- 2012

Orientador: Mg. Ysela Agüero Palacios

Título Obtenido: Licenciada en Estadística

La desnutrición crónica definida como el retardo en el crecimiento del niño con relación a su edad, está considerada como un indicador sintético de la calidad de vida, debido a que es el resultado de una combinación de factores socioeconómicos presentes en el entorno del niño y niña durante su período de gestación, nacimiento y desarrollo, de allí la importancia de estudiar los factores relacionados con la presencia de desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años.

El estudio se basa en una muestra de 6 820 niños y niñas menores de cinco años a nivel nacional; datos que forman parte de la encuesta demográfica y de salud familiar- ENDES 2009. La finalidad del presente trabajo es determinar los factores contextuales e individuales asociados con la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años en el Perú utilizando el Análisis de Regresión Logística Jerárquico de dos niveles.

Palabras Claves: Estado Nutricional, Desnutrición Infantil, Análisis Multinivel
Regresión Logística

ABSTRACT

FACTORS ASSOCIATED WITH CHRONIC MALNUTRITION IN CHILDREN UNDER 5 IN PERU: MULTILEVEL LOGISTIC REGRESSION

LUZ MARGARETH IPARRAGUIRRE ORIHUELA

Jun-2012

Assessor: Mg. Ysela Agüero Palacios

Title obtained: Licensed in Statistics

Chronic malnutrition defined as stunted growth of children in relation to age, is considered a summary indicator of the quality of life, because it is the result of a combination of socioeconomic factors in the environment of the boy and girl during their pregnancy, birth and development, hence the importance of obtaining the factors that are related to the presence of chronic malnutrition in children under five years.

The study was based on a sample of children under five nationwide data as part of demographic and family health-DHS 2009. The purpose of this study is to identify contextual and individual factors associated with chronic malnutrition in children under five years in Peru using Hierarchical Logistic Regression Analysis of two levels.

Keywords: Nutritional Status, Child Malnutrition, Multilevel Analysis
Logistic Regression

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Antecedentes.	4
1.2 Objetivos.....	8
1.3 Justificación e Importancia.....	8
1.4 Hipótesis.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	11
2.1 LA DESNUTRICIÓN	11
2.1.1 Antecedentes referidos al problema de desnutrición	11
2.1.2 Medición del estado nutricional.....	14
2.1.3 La situación de la desnutrición infantil.....	15
2.1.4 Los efectos de la desnutrición infantil.....	18
CAPÍTULO III. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTINIVEL	21
3.1. EL MODELO LOGÍSTICO PARA RESPUESTA BINARIA.....	21
3.1.1 Supuestos Generales del modelo.....	23
3.1.2 Estimación de parámetros.....	24
3.1.3 Evaluación del modelo ajustado.....	26
3.2 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTINIVEL.....	29
3.2.1 Formulación del modelo.....	29
3.2.2 Estimación de los coeficientes.....	33
3.2.3 Evaluación del modelo.....	35
3.2.3.1 Bondad de Ajuste.....	35
3.2.3.2 Prueba de hipótesis para los parámetros aleatorios	36
CAPITULO IV. FACTORES ASOCIADOS CON LA DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN EL PERU	37
Resultados y Discusión.....	42
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	62

INTRODUCCIÓN

En investigaciones en las ciencias sociales, económicas y de la salud sobre factores asociados a determinado evento social, económico o de salud tradicionalmente se utilizan modelos de regresión lineal, de regresión logística, de supervivencia y de riesgo, para identificar la asociación entre estos factores y el evento social, económico o de salud objeto de investigación. En muchas de estas investigaciones, es bastante común que la estructura de los datos esté organizada en forma jerárquica; con dos, tres o más niveles. Desde el punto de vista del análisis estadístico, un hecho relevante en este tipo de estructuras jerárquicas es que los individuos dentro del mismo grupo, pueden ser más parecidos entre sí que los individuos de distintos grupos, significando que los sujetos que pertenecen al mismo grupo no son independientes entre sí; este hecho constituye un serio incumplimiento de uno de los supuestos básicos de los modelos estadísticos tradicionales tales como: regresión lineal múltiple, regresión logística, y otros modelos ya que generalmente no toman en cuenta la jerarquía de los datos (omiten características importantes como el contexto donde se interactúa, por ejemplo el ambiente de trabajo, aspectos culturales, sociales, entre otros). El omitir la dinámica del contexto donde se interactúa muchas veces ha implicado que el investigador llegue a sentirse incapaz de explicar metodológicamente las causas de uno o varios eventos.

Una alternativa metodológica que permite tomar en cuenta el contexto donde se interactúa es el análisis multinivel, el cual está enfocado en el análisis de datos con estructura de variabilidad complejas (por ejemplo alumnos dentro de clases en el cual existe variabilidad entre alumnos pero también entre clases). Esta técnica estudia simultáneamente los efectos de variables grupales e individuales en las respuestas individuales y da cuenta de la falta de independencia de las observaciones dentro de cada grupo, así nos permite estudiar la variabilidad intergrupala (entre grupos) e intragrupal (dentro de cada grupo) ya que si una o ambas fuentes de variabilidad son ignoradas, se puede llegar a conclusiones erradas.

El análisis multinivel emplea modelos estadísticos que han aparecido en diversas publicaciones de distintos campos científicos con diferentes nombres como: “Modelos Multinivel”, “Modelos Jerárquicos”, “Modelos de efectos aleatorios” o “Modelos de coeficientes Aleatorios”, “Modelos de Componentes de varianza” o “Modelos de componentes de la covarianza” y “Modelos Lineales Jerárquicos”.

El principal modelo estadístico de análisis multinivel, es el Modelo Lineal Jerárquico, que es una extensión de la regresión lineal múltiple a uno que incluye coeficientes aleatorios anidados. Este es un tipo de modelo particularmente adecuado para datos que presentan una estructura multinivel; y difiere del modelo de regresión lineal múltiple en que la ecuación del Modelo Lineal Jerárquico contiene más de un término de error para cada nivel. Como en todo modelo de regresión hay distinción entre variable dependiente y variables independientes.

En muchos de los análisis de datos con estructura jerárquica se asume que la variable dependiente (Respuesta) tiene una distribución continua y que los residuos en todos los niveles tienen distribución normal. Estos supuestos proporcionan una aproximación satisfactoria para muchos conjuntos de datos. Sin embargo, también existen situaciones donde la variable dependiente no necesariamente es continua sino que puede ser una variable categórica. Por ejemplo, en el estudio del bajo peso del recién nacido (BPRN) en una población resulta interesante conocer los factores asociados con las variaciones de la proporción del recién nacido con bajo peso de una comunidad a otra. Esto produce una estructura básica de dos niveles con individuos como unidades de nivel uno (micro-nivel), y comunidades como unidades de nivel dos (macro-nivel).

La desnutrición es el resultado de múltiples factores: enfermedades infecciosas frecuentes, prácticas inadecuadas de alimentación e higiene, ambiente

insalubre, consumo insuficiente de alimentos nutritivos, entre otros. Los mismos que asociados con la pobreza de la familia y su bajo nivel educativo hacen urgente la priorización de la atención de los grupos sociales más vulnerables que son los niños, niñas y los ancianos.

La desnutrición crónica no es sólo un problema de salud, es un indicador de desarrollo del país, ya que la desnutrición por sí misma limita el desarrollo económico del país, al reducir la productividad y el potencial del capital humano. La nutrición del niño y la niña se presenta; como un insumo esencial para el desarrollo social y económico para el país. La inversión en proteger a nuestros niños de la desnutrición, es sumamente rentable para asegurar la competitividad.

El estado nutricional de los individuos está influenciado por factores individuales y contextuales por lo que el objetivo principal es determinar los factores individuales y contextuales asociados con la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años en el Perú utilizando un modelo regresión logística de dos niveles.

El trabajo esta estructurado en cuatro capítulos, siendo la primera el planteamiento del problema. En el segundo capítulo se presenta el marco teórico y conceptual de la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años. En el tercer capítulo se presenta la teoría de los modelos de regresión logística multinivel y en el último capítulo se aplica el modelo de regresión logística multinivel para estudiar los factores individuales y contextuales asociados con la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años en el Perú. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

La desnutrición crónica definida como el retardo en el crecimiento del niño y la niña con relación a su edad, está considerada como un indicador sintético de la calidad de vida ya que es el resultado de una combinación de factores socioeconómicos presentes en el entorno del niño durante su período de gestación, nacimiento y desarrollo. Es por ello que, una alimentación deficiente, episodios infecciosos frecuentes y prolongados como la diarrea, en los niños y niñas del hogar, desencadenan un círculo vicioso de desnutrición y enfermedad; problemas que en la mayoría de los casos puede minimizarse con una seguridad alimentaria en el hogar y una adecuada información, educación y capacitación en los hogares.

El estado peruano mediante marcos normativos, tales como la Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria, viene tratando de reducir la prevalencia de desnutrición infantil, mediante el trabajo conjunto e institucional. Sin embargo, aún se requieren rutas claras que consideren una activa participación ciudadana, la descentralización y la gobernabilidad democrática y el desarrollo de las capacidades de los actores locales, a fin de que sean los mismos ciudadanos y las instituciones democráticamente elegidas las que conduzcan su propio proceso de desarrollo.

La transición nutricional es un proceso que incluye cambios importantes en el perfil nutricional de la población, cambios que están determinados por condicionantes económicos, demográficos, ambientales y socioculturales que se relacionan entre sí y que traen como consecuencia modificaciones en las actividades físicas y las formas en que se alimenta la población [1]. Las encuestas demográficas realizadas en el Perú, muestran que existe una elevada prevalencia de desnutrición infantil y que en los últimos 10 años la tasa de desnutrición crónica de los niños menores de 5 años se ha mantenido

invariable en alrededor de 25% a nivel nacional. Este estancamiento se ha producido luego de experimentar una reducción pronunciada con registros de 37% en 1984 y 31% en 1996. [2]

En el Perú a fines del siglo XX, uno de cada cuatro niños menores de cinco años estaba afectado por un déficit nutricional que los había marcado con una baja talla para su edad. Al mismo tiempo, menos del 1% mostraron déficit de peso para la talla.

En la década pasada, el Ministerio de Educación realizó el I Censo Nacional de talla en escolares, encontrándose que un 48% de los niños entre 6 y 9 años de edad sufría de desnutrición crónica, siendo más crítica entre los varones con 54% y en la niñez del área rural afectando al 67% de los niños. Si bien el promedio nacional esconde la enorme desigualdad existente, conforme se avanza en la desagregación, los rangos diferenciales se incrementan. El nivel más alto de desnutrición crónica se encuentra en el área rural de la provincia de Atalaya, departamento de Ucayali con 91% y el más bajo con 7% en el área urbana de la provincia de Jorge Basadre del departamento de Tacna. De hecho, la mayor inequidad se observa entre las áreas urbana y rural.

A partir de la ENDES 2000 se incluyó un módulo de antropometría, mediante el cual se obtuvo el peso y la talla de las madres y sus niños menores de 5 años, siguiendo las normas internacionales y utilizando instrumentos de precisión. Se obtuvo información sobre la talla para la edad o desnutrición crónica, encontrándose que una cuarta parte de los niños menores de 5 años en el Perú (25%) adolecerían de desnutrición crónica, es decir, retardo en el crecimiento en talla para la edad, nivel que es similar al observado en 1999 y menor en 9 puntos porcentuales a lo observado en 1991 (34%). La desnutrición crónica afecta por igual a niños y niñas pero aumenta rápidamente con la edad hasta alcanzar el 31% entre los niños próximos a cumplir 5 años, mostrando los efectos acumulativos de retraso en crecimiento. La desnutrición crónica afecta con mayor intensidad a los niños del área rural y a los residentes en los

departamentos de Cajamarca, Huánuco, Apurímac, Cusco y Huancavelica, donde más del 40% de los niños menores de 5 años padecen de desnutrición crónica. Este nivel es cuatro veces mayor al observado entre los niños de Lima Metropolitana (8%), Tacna (5%) y Moquegua (9%). Los menos afectados con la desnutrición crónica, son los niños de madres con educación superior pues sólo el (7%) de ellos sufren retardo de crecimiento. Contrariamente, los más afectados son los niños de madres sin educación: el 52% de estos niños son desnutridos crónicos.

En el Informe “Estado de la Niñez en el Perú 2008” del Fondo de Naciones Unidas para la Infancia – UNICEF, se muestran valores de Índice de Desarrollo del niño (IDN) de la primera infancia (de cero a 5 años) de las regiones del Callao (0.85), Tumbes (0.82), Lima (0.81), Tacna (0.81) e Ica (0.80) cifras que son mayores a los valores obtenidos en las regiones de Huancavelica (0.42), Huánuco (0.46), Cajamarca (0.49) y Ayacucho (0.49). El Índice de Desarrollo de Niño - IDN, toma en cuenta factores como: salud y nutrición, aprendizaje y educación, de entorno y protección de derechos, para establecer cuan cerca estamos de los procesos que limitan o potencian el desarrollo integral de la niñez y la adolescencia donde la desnutrición se ve potenciada por los problemas de pobreza, analfabetismo y falta de educación, así como falta de atención sanitaria y de salud que afectan a sectores importantes de nuestra población. Es así como la información estadística nos muestra que la malnutrición infantil no depende principalmente de la falta de alimentos, sino que depende más de tres factores; como la mala salud materna, inadecuadas prácticas de alimentación y de cuidado infantil y falta de acceso a agua potable y saneamiento.

La taxonomía de las causas de la desnutrición crónica destaca la importancia de los aspectos relativos al comportamiento o prácticas de salud de las madres sobre los demás factores (UNICEF, 1998). Existe también un conjunto de evidencias de estudios experimentales que han identificado las causas críticas de la desnutrición crónica en comportamientos de las madres con relación a la

lactancia exclusiva, la higiene y el tratamiento de enfermedades diarreicas Agudas (EDAs) y de Enfermedades Respiratorias Agudas (IRAs) [3]. De esta forma, el estancamiento en la tasa de desnutrición crónica en el Perú debería encontrar explicación en bajos niveles de lactancia exclusiva, inadecuadas prácticas de higiene y tratamiento de EDAs e IRAs.

En 1990 la UNICEF [4] propuso un modelo explicativo de la malnutrición infantil, el cual tiene la virtud de haber resistido las nuevas evidencias que han aparecido desde entonces. Además, de describir comprehensivamente los fenómenos relacionados al problema nutricional, este modelo ha logrado organizarlos por niveles de proximidad causal, sin perder capacidad explicativa y sencillez.

Entre las causas básicas de la mala nutrición, hay un primer grupo de aquellas condiciones que si bien dependen directamente del entorno social, tienen una expresión observable en cada hogar. Incluye aspectos relacionados al capital humano, como nivel educativo o de información de los padres y cuidadores del niño, así como su disponibilidad para atenderlo. También incluye los recursos económicos, que se refiere al nivel de ingresos, disponibilidad de bienes, calidad del empleo, etc. Por último se encuentra el subgrupo de recursos organizacionales, que se refiere a la capacidad de acceder a los servicios de salud.

Por otro lado, hoy en día se da gran importancia al contexto en los estudios sobre los procesos que determinan el estado de salud del niño y niña, ya que muchas de las condiciones que influyen en el estado de salud no son sólo las características de los individuos sino también del ambiente físico, social y cultural en que ellos viven. Un ejemplo de contextualización son los estudios de estado nutricional del niño y niña y la desigualdad del ingreso en la comunidad en la cual viven. En este estudio, utilizamos un enfoque contextual, haciendo uso de modelos multinivel para identificar los factores asociados a la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años, permitiéndonos

de esta forma el estudio simultáneo de los efectos de las variables contextuales e individuales en los resultados individuales; así como el estudio la variabilidad intergrupala (entre grupos) e intragrupal (dentro de cada grupo) ya que se puede llegar a conclusiones erradas si una o ambas fuentes de variabilidad son ignorados.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar los factores contextuales e individuales asociados con la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años en el Perú.

Objetivo Específico

- Determinar los posibles factores individuales asociados con la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años en el Perú.
- Determinar los factores contextuales asociados con la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años en el Perú.
- Evaluar la relación entre la desnutrición crónica infantil y los factores contextuales e individuales, mediante el ajuste de un modelo de regresión logística de 2 niveles.

1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

Sin duda, la desnutrición crónica influye negativamente en el desarrollo y la economía de los países. Así, en un país pobre y con una alta prevalencia de desnutrición crónica como el nuestro, se tiene como resultado una baja productividad y el reducido desarrollo intelectual del adulto, lo cual afecta el desarrollo del país [5].

El daño sobre la funcionalidad intelectual, no sólo ocurriría a través del daño cerebral durante los primeros años de vida, sino que también ocurriría mediante el letargo que produce la desnutrición, ya que entonces el niño tiene menor oportunidad de explorar su entorno. Asimismo, diversos estudios han demostrado la fuerte asociación entre el estado nutricional y la duración o severidad de episodios de las enfermedades infecciosas.

Según la ENDES (2000), la desnutrición crónica en los niños es crítica. Una cuarta parte de los niños menores de cinco años (25.4%) sufre de retardo en el crecimiento, mayoritariamente en las zonas rurales [6]. Asimismo la desnutrición y la educación presentan una relación inversa, pues la mayor proporción de hijos de madres sin ningún nivel de educación tienen desnutrición crónica (55.1%), mientras que los menos afectados fueron los hijos de madres con mayor nivel educativo: 7% con nivel de instrucción superior y 16,2% con nivel secundaria. [7]

En el presente trabajo de investigación se pretende utilizar el Análisis Multinivel, dejando atrás los usuales métodos de análisis de regresión y permitiéndonos de esta forma introducir un grado de realismo (tomando en cuenta el contexto donde se interactúa) que muchas veces se encuentra ausente en los modelos lineales generalizados con un único nivel, como es el caso de regresión logística de un sólo nivel, permitiendo así tener una metodología alternativa para la explicación de la relación entre variables, tomando en cuenta el contexto y así obtener resultados y conclusiones más realistas respecto a la explicación de este tipo de relaciones. Más aún, el desarrollo de análisis de regresión logística multinivel resulta ser una alternativa metodológica cuando la variable dependiente es cualitativa ampliando la aplicación del análisis multinivel. De esta forma se intenta producir información que permita determinar los factores individuales (niños) y contextuales (departamento) asociados a la presencia de desnutrición crónica en niños menores de 5 años en el Perú utilizando la información disponible en las bases de datos de las ENDES.

1.4 HIPOTESIS

La desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años en el Perú, está relacionada con factores individuales y contextuales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 LA DESNUTRICIÓN

2.1.1 Antecedentes referidos al problema desnutrición

La transición nutricional es un proceso que incluye cambios importantes en el perfil nutricional de la población, cambios que están determinados por condicionantes económicos, demográficos, ambientales y socioculturales que se relacionan entre sí y que traen como consecuencia modificaciones en las formas en que se alimenta y las actividades físicas que desarrolla la población [1]. Existe también un conjunto de evidencias de estudios experimentales que han identificado las causas críticas de la desnutrición crónica en comportamientos de las madres con relación a la lactancia exclusiva, la ablactancia, la higiene y el tratamiento de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs) y de Enfermedades respiratorias Agudas (IRAs).

La pobreza y la desnutrición crónica están íntimamente vinculadas y afectan casi a la cuarta parte de la población infantil del Perú. En el corto plazo, un niño desnutrido tiene más posibilidades de enfermarse, y por lo tanto, de morir. En el mediano plazo, ve afectadas sus capacidades cognitivas, lo que genera un bajo rendimiento escolar y menores posibilidades de acceder a otros niveles de educación. En el largo plazo, lo convertirá en un adulto con limitadas capacidades para insertarse en la vida laboral y en todo caso, sólo podrá realizar trabajos de baja productividad. Por tanto, más allá de ser un simple indicador de salud y nutrición, la desnutrición crónica es un indicador de vulnerabilidad y exclusión social, que predice la condición de pobreza: un niño desnutrido hoy tienes altas posibilidades de ser un adulto pobre mañana [10]. La desnutrición resulta ser una de las fuentes principales de la exclusión social, uno de los engranajes principales que reproduce la injusticia social, una de las grandes barreras en el camino de la construcción de una sociedad de la que todos se sientan parte constitutiva. No podemos esperar una convivencia social marcada por el respeto mutuo y el esfuerzo colectivo en la construcción del

futuro, si millones inician su vida en condiciones que restringen sustancialmente las posibilidades de construir su propia prosperidad.

Estas razones no son nuevas, y es en respuesta a ellas que la atención a los problemas nutricionales de la infancia se ha convertido, en las últimas décadas, en uno de los temas centrales de los programas destinados a mejorar la situación de los niños y resolver la pobreza.

La desnutrición tiene diversas causas, así entre el ingreso del hogar y la nutrición del niño, esta la decisión de la familia de cuánto destinar a alimentos para sus hijos, de qué alimentos comprar, de con qué frecuencia y de qué forma dar de comer a sus hijos, de la higiene al preparar la comida, de cómo prevenir y cuidarlos de las enfermedades. Además están las otras causas y factores de enfermedades que tienen influencia decisiva sobre la nutrición, frente a las cuales es fundamental la acción del estado y la sociedad en aspectos como la salud pública, el saneamiento y la educación. Tratando así entender que la desnutrición tiene un complejo entramado de causas y factores asociados, y que la falta de ingresos o acceso a los alimentos no es la principal.

Asimismo, por el lado de los determinantes del estado nutricional, existen varios enfoques sobre las relaciones entre el contexto social y económico y las condiciones de salud de grupos poblaciones y de sus miembros¹. Algunas de las propuestas existentes han sido de utilidad para organizar la discusión sobre posibles determinantes del estado de salud de los individuos, tanto para el estudio de las relaciones macroeconómicas y políticas sociales y de salud, como para sugerir tipos de intervenciones que pueden mejorar los niveles de salud y bienestar de la población en determinados contextos.

Las desigualdades sociales llevan a inequidades en las condiciones de vida; así como a inequidades en atención de la salud (accesibilidad, utilización, calidad) y estas a su vez interactúan entre si para causar inequidades en el

¹ Samaja, J. (1994). Las condiciones de vida y la salud. PAHO Report. HDP/HST

estado de salud. Dentro de este contexto, los factores socioeconómicos son considerados como determinantes subyacentes importantes de las inequidades en salud.

Por otro lado, cada vez se le da mayor importancia al contexto en los estudios sobre los procesos que determinan el estado de salud ya que muchas de las condiciones que influyen en el estado de salud no son características de los individuos sino del ambiente físico, social y cultural en que ellos viven. Un ejemplo de contextualización son los estudios de estado de salud de los individuos y la desigualdad del ingreso en la comunidad en la cual viven municipio, estado, o sus equivalentes².

En abril de 2006, la Organización Mundial de la Salud (OMS) dio a conocer los nuevos valores de referencia para evaluar el crecimiento de los niños y las niñas menores de 5 años a partir de los resultados de dos estudios multinacionales. En el primero, un estudio multicéntrico de seguimiento longitudinal, se recogieron datos primarios sobre el crecimiento de 8,440 lactantes y niños durante los dos primeros años de vida. Se seleccionaron niños saludables, alimentados con leche materna y con antecedentes étnicos y entornos culturales muy diversos, procedentes de Brasil, los Estados Unidos de América, Ghana, India, Noruega y Omán. El objetivo de ese estudio fue elaborar un patrón de crecimiento con niños y niñas que tuvieran un entorno favorable para alcanzar plenamente su potencial genético y cuyas madres practicaran medidas fundamentales de promoción de la salud, como alimentar a sus hijos con leche materna y no fumar. [8]

Por su enfoque, las nuevas referencias confirman que todos los niños del mundo tienen el mismo potencial de crecimiento si reciben una atención adecuada desde el comienzo de su vida y que las diferencias en el crecimiento

² Kennedy, B. P.; I. Kawachi; R. Glass and D. Prothrow-Stith. (1998). Income distribution, socioeconomic status, and self rated health in the United States: multilevel analysis. British Medical Journal. Vol. 317 (3 October) pp-917-921.

infantil hasta los 5 años dependen más de la nutrición, del medio ambiente y de la atención sanitaria que de factores genéticos o étnicos [9].

2.1.2 Medición del Estado Nutricional

Aunque las carencias nutricionales han acompañado al hombre desde siempre y son descritas en los registros más antiguos disponibles, recién es a inicios del siglo XX cuando se empieza a usar criterios estandarizados para evaluar el estado nutricional.

Resulta anecdótico que uno de los primeros registros sobre malnutrición protéico-energética grave se hizo en Latinoamérica en el siglo XIX [11]. Posteriormente, reportes de todas partes del mundo daban cuenta de signos y síntomas propios de las carencias nutricionales, pero recién en el siglo XX ante la necesidad de contar con un criterio estándar se generaliza el uso de mediciones antropométricas (del cuerpo humano), bajo la premisa que el crecimiento alcanzado por los niños evidencia su estado nutricional.

Aunque existe una amplia diversidad de aspectos que brindan información acerca del estado nutricional de una persona, la más comúnmente usada por su bajo costo y sencillez es la medición corporal, es decir la antropometría.

Como resulta obvio, los grupos que por su rápido crecimiento corporal están en mayor riesgo (gestantes, niños y adolescentes) resultan de mayor interés para las evaluaciones nutricionales. De todos ellos, los niños pequeños han concitado el mayor interés, probablemente debido a la facilidad de evaluarlos y a la expectativa de evitar el daño que representan los déficits nutricionales.

Los tres índices antropométricos más frecuentemente usados para evaluar a la población infantil son: peso para la edad, peso para la talla y talla para la edad, las mismas que son definidas a continuación:

El déficit de peso para la talla: también llamado desnutrición aguda, consiste en la disminución de masa corporal, inicialmente a expensas de tejido graso

pero que puede afectar incluso la masa muscular. Generalmente, es consecuencia de un episodio agudo de enfermedad infecciosa o severa disminución en la ingesta calórica.

El déficit de talla para la edad: también llamado desnutrición crónica, consiste en un menor crecimiento lineal. Por depender del desarrollo de los huesos largos, tiene una dinámica menos flexible que el peso para la talla. De hecho se considera que el déficit de talla para la edad es una condición prácticamente irreversible.

El término “desnutrición crónica” ha sido desafortunado porque implica que resulta la continuidad del daño llamado “desnutrición aguda”, mientras que en la realidad son dos procesos que aunque relacionados, responden a una causalidad y perfil epidemiológico completamente diferentes. Los autores prefieren usar los términos “enanismo nutricional” o “retraso en el crecimiento lineal” para referirse al déficit de talla para la edad.

El déficit de peso para la edad: también denominado desnutrición global, es una combinación de los dos anteriores. Por haber sido el primero en contar con tablas de referencia, fue muy usado en las primeras cartillas para evaluar el estado nutricional infantil. Consideramos no recomendable su uso como único método de evaluación, ya que niños con déficit en talla pueden ser calificados como normales por contar con una masa corporal que les permite alcanzar el peso esperado para su edad.

2.1.3 La Situación de la desnutrición Infantil

La desnutrición en la niñez menor de cinco años incrementa su riesgo de muerte, inhibe su desarrollo cognitivo y afecta a su estado de salud de por vida. Atender a este problema es condición indispensable para asegurar el derecho a la supervivencia y al desarrollo de las niñas y niños de América Latina y el Caribe, así como para garantizar el desarrollo de los países.

La situación nutricional es un indicador más de las desigualdades sociales, asimismo, es causa y a su vez consecuencia de la pobreza. Para analizar la situación nutricional de la infancia es imprescindible considerar la desnutrición crónica (déficit de talla para la edad) como indicador adicional al de desnutrición global (déficit de peso para la edad). En América Latina y el Caribe, la desnutrición crónica afecta a 8,8 millones de niños menores de 5 años (16%) y refleja la acumulación de consecuencias de la falta de alimentación y nutrición adecuada durante los años más críticos del desarrollo de los niños - desde la etapa intrauterina hasta los 3 primeros años. Sus efectos son, en gran medida irreversibles y se relacionan estrechamente con la extrema pobreza. La situación es particularmente grave en los países centroamericanos y andinos. Guatemala presenta la cifra más alta (46%) de la región. Estudios nutricionales de las últimas dos décadas permiten estimar que en América Latina y el Caribe se observa un importante avance hacia el cumplimiento de la meta de reducción de la desnutrición global (55%). Sin embargo, la situación es heterogénea entre los países, mientras algunos alcanzaron la meta, otros han avanzado muy poco o, incluso, registran retrocesos (Argentina, Costa Rica, Ecuador y Paraguay). Por su parte, durante la década de 1990, el avance en la disminución de la desnutrición crónica ha sido más lento (19,1% a 15,8%). Es necesario subrayar que en los promedios nacionales no se reflejan las grandes disparidades existentes dentro de los países. Por ejemplo, la probabilidad de que un niño que vive en una zona rural sufra de desnutrición global es entre 1,5 % y 3,7% veces más alta que en un niño que vive en zona urbana, y al menos 4 veces mayor entre niños indígenas. Los países andinos y centroamericanos son claros ejemplos de esta situación [12].

Lamentablemente, la desnutrición crónica a menudo es “invisible” para la sociedad en su conjunto e imperceptible para las personas que la padecen. La manifestación inmediata de corta talla para la edad no permite vislumbrar los daños irreparables ni sus futuras implicaciones, tanto para las propias niñas y niños como para los países.

La desnutrición infantil se ve constantemente agravada en América Latina y El Caribe, por ser una región de alta vulnerabilidad a los desastres naturales. Cada año se producen entre 25 y 30 desastres naturales (entre pequeños y grandes) los cuales afectan a unos 30 millones de personas, siendo en su mayoría niñas y niños menores de 5 años. Los efectos de estos desastres naturales destruyen los medios de vida de las familias y empeoran la difícil situación nutricional de los grupos más vulnerables.

Estado Nutricional Infantil en el Perú

En el Perú a fines del siglo XX, uno de cada cuatro niños menores de cinco años estaba dañado por un déficit nutricional que los había marcado con una baja talla para su edad. Al mismo tiempo, menos del 1% mostraron déficit de peso para la talla.

Cabe señalar que los censos de talla escolar realizados la década pasada evidenciaron que existe heterogeneidad al interior de los departamentos y provincias. Para entender el déficit antropométrico resulta útil observar el comportamiento de la prevalencia de la desnutrición durante los primeros cinco años [13].

Por otro lado, estudios de seguimiento longitudinal a niños pequeños en nuestro país, han confirmado que la desnutrición crónica es un evento prácticamente irreversible [14], lo cual coincide con estudios realizados en otras partes del mundo [15]. En un estudio realizado por Suarez [16] se exploró las condiciones asociadas a la aparición de la desnutrición crónica, encontrando que estas difieren según la edad del niño. Las condiciones propias del niño como peso al nacer y sexo, tienen un gran valor durante los primeros doce meses. Las características relacionadas a mejor cuidado infantil, como número de hijos y edad materna, tuvieron un comportamiento similar. La accesibilidad a servicios de salud y la morbilidad tuvieron creciente importancia desde el primer al tercer año de vida. El nivel socioeconómico se mantiene constante a lo largo de los tres primeros años de vida.

Las enfermedades infecciosas representan períodos de reducción en el apetito, incremento en los requerimientos para compensar el gasto energético que representa los mecanismos de defensa ante la enfermedad y reducción en la capacidad de absorber nutrientes.

La alimentación complementaria temprana implica el riesgo de infecciones gastrointestinales por el uso de biberones contaminados, así como el uso de alimentos cuya variedad y cantidad no logran aportar los nutrientes que requieren el niño o la niña.

El Estado de la Niñez en el Perú presenta la situación en que se encuentran las niñas, niños y adolescentes peruanos en el ámbito nacional, regional y local. El estudio presenta tanto las mejoras logradas en los últimos años como las inequidades aun existentes en términos del cumplimiento de los derechos de ellas y ellos. Tal como se evidenció en el estudio de UNICEF e INEI del año 2010 sobre la situación de la niñez indígena, los niños, niñas y adolescentes que residen en las zonas rurales y que tienen origen indígena son los que se encuentran en mayor desventaja. Por otro lado, hay problemáticas como la violencia que afectan a los niños, niñas y adolescentes de todos los niveles socioeconómicos del país, independientemente de donde residen y que origen étnico tienen. Para el cumplimiento de los derechos de todos los niños y niñas peruanas es indispensable continuar con políticas públicas que prioricen la atención en los que se encuentran en situación de mayor exclusión e implementar nuevas políticas que aceleren o introduzcan cambios positivos en la vida de los niños, niñas y adolescentes.

2.1.4 Los efectos de la desnutrición infantil

La desnutrición infantil tiene una serie de consecuencias negativas en distintos ámbitos. Entre ellas destacan los impactos en morbilidad, educación y productividad, constituyéndose en uno de los principales mecanismos de transmisión intergeneracional de la pobreza y desigualdad.

Mortalidad. Cálculos recientes muestran que el 56% de las muertes en niños menores de cinco años fueron atribuibles al efecto de la malnutrición, y que el 83% de estas muertes fueron debidas a una desnutrición leve a moderada [17].

La desnutrición en gestantes aumenta el riesgo de bajo peso al nacer, incrementando, a su vez, el riesgo de muerte neonatal. Los bebés que nacen con un peso de 2.000 a 2.499 gramos enfrentan un riesgo de muerte neonatal que cuadruplica el de aquellos que pesan entre 2.500 y 2.999 gramos, y es 10 a 14 veces superior respecto de los que pesan al nacer entre 3.000 y 3.499 gramos. En distintos estudios se observa que la desnutrición es el mayor contribuyente de la mortalidad infantil y de la niñez en edad preescolar (50-60%), mientras el porcentaje de casos de morbilidad atribuible a la desnutrición es de 61% para la diarrea, 57% para la malaria, 53% para la neumonía y 45% para el sarampión, e incrementa significativamente el riesgo de que en la edad adulta se desarrollen patologías crónicas, tales como enfermedades coronarias, hipertensión, diabetes y enfermedades transmisibles como la tuberculosis.

Infecciones. Diversos estudios han mostrado la fuerte asociación entre estado nutricional y la duración o severidad de episodios de enfermedades infecciosas [18], algunos incluso con su incidencia [19]. Los mecanismos son numerosos y complejos; la desnutrición conlleva a la reducción de la inmunidad humoral y celular, así como de barreras físicas tales como el moco protector en las vías respiratorias y la acidez gástrica.

Disfuncionalidad. La desnutrición produce reducción en la capacidad física e intelectual, así como también influye sobre los patrones de comportamiento durante la adultez. Los efectos en educación son igualmente alarmantes. La desnutrición afecta al desempeño escolar a causa del déficit que generan las enfermedades asociadas, y debido a las limitaciones en la capacidad de aprendizaje vinculadas a un menor desarrollo cognitivo. La mayor probabilidad de enfermar hace que los niños y niñas desnutridos presentan una incorporación tardía al sistema educativo y mayor ausentismo escolar, con lo que aumenta su probabilidad de repetición y deserción.

Las consecuencias de la desnutrición a nivel productivo se relacionan directamente con los bajos niveles de escolaridad y las referidas dificultades de aprendizaje. Por su parte, la mortalidad genera una pérdida importante de capital humano con efectos económicos y sociales acumulativos en el largo plazo. De manera que, además del mandato ético que obliga a proveer soluciones al problema, en las decisiones de política también deben considerarse los costos económicos que entraña la desnutrición para el conjunto de la sociedad.

CAPÍTULO III: MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTINIVEL

3.1 EL MODELO LOGÍSTICO PARA RESPUESTAS BINARIAS

Los modelos lineales en particular los modelos de regresión y análisis de varianza son utilizados para tratar de explicar el comportamiento de una variable en función de otras. Siendo así el modelo de regresión logística una de las técnicas de análisis de datos que permite describir la relación entre una variable respuesta categórica y una o más variables explicativas (numéricas o categóricas).

Lo que distingue la regresión logística de un modelo de regresión lineal es que en la primera, la variable respuesta es dicotómica o politómica, razón por la cual la aplicación de los modelos de regresión convencionales no son adecuados, dando paso así a la aplicación de los Modelos Lineales Generalizados, que incluyen a los modelos cuya variable respuesta tiene distribución de probabilidades perteneciente a la familia exponencial.

Como primer paso veremos las diferencias existentes entre la regresión lineal y la regresión logística las cuales son:

(1) En el análisis de regresión lineal la cantidad que se quiere encontrar es el valor promedio de la variable respuesta dados los valores de la variable independiente. Esta cantidad es llamada “media condicional” la cual es expresado como $E(Y/X)$ donde Y denota la variable respuesta y X denota un vector de variables independientes. Así en regresión lineal se asume que la media condicional puede ser expresada como una ecuación lineal en X (o alguna transformación de X o Y) el cual es: $E(Y/X) = X\beta$, donde $X\beta$ es el predictor lineal, $X_{n \times (k+1)}$ es la matriz de diseño y $\beta_{(k+1) \times 1} \in R^{k+1}$ es el vector de parámetros del modelo. Esto implicaría que es posible que $E(Y/X)$ tome valores en el rango $(-\infty, +\infty)$.

Cuando la variable respuesta es dicotómica la esperanza condicional puede ser mayor o igual a cero y menor o igual a 1, $[0 \leq E(Y/X) \leq 1]$, esta restricción puede causar problemas en la elección de una función de respuesta lineal, por

lo que en general, cuando la variable respuesta es binaria hay varias pruebas empíricas que indican que la forma de la función respuesta es no lineal [20]. Siendo la función logística la más usada para el análisis de variables respuesta dicotómicas.

El modelo logístico para respuesta binaria se expresa como:

$$\pi(x) = \frac{e^{x\beta}}{1 + e^{x\beta}} \quad ; \quad (\text{III.1})$$

Donde; $\pi(x)$ representa la esperanza condicional de una variable respuesta binaria Y , cuya distribución de probabilidad es Bernoulli y $x\beta$ es el predictor lineal.

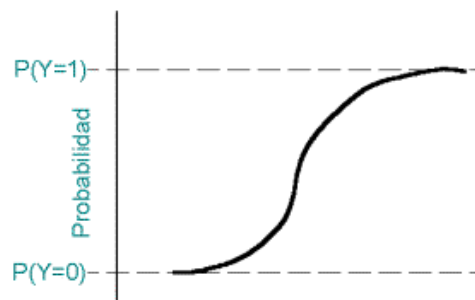


Figura 1. Curva logística

Una de las características importantes de la función logística es que se puede linealizar con facilidad mediante una transformación de $\pi(x)$ denominada transformación logit dada por:

$$\begin{aligned} \text{logit}(\pi(x)) &= \ln \left(\left[\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right] \right) \\ &= x\beta \end{aligned}$$

donde $x\beta$ es el predictor lineal y la relación $\left[\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right]$ se denomina ventaja ("odds"). La importancia de esta transformación es que la función $\text{logit}(\pi(x))$ tiene muchas de las propiedades deseables de un modelo de regresión lineal.

(2) Otra de las diferencias importantes entre los modelos de regresión lineal y regresión logística se refiere a la distribución de la variable respuesta.

En el modelo de regresión lineal la variable respuesta es expresada de la siguiente manera $Y = E(Y/x) + \varepsilon$, donde ε es el error y expresa la desviación de las observaciones con respecto a la media condicional, el supuesto más común es que ε tiene distribución normal con media cero y varianza constante. Por lo que, la distribución condicional de la variable respuesta dado X será normal con media $E(Y/x)$ y varianza constante. En el caso de una variable respuesta dicotómica el valor de la variable respuesta dado X también se expresa como $Y = E(Y/x) + \varepsilon$. Pero dado que Y es una variable aleatoria Bernoulli la esperanza es $E(Y/x) = P(Y=1/x) = \pi(x)$ lo que quiere decir que la respuesta esperada es la probabilidad de que la variable respuesta adopte el valor 1. Entonces, como Y toma dos posibles valores; el error (ε) sólo puede tomar dos valores por lo que se tiene que si $Y=1$ entonces $\varepsilon = 1 - \pi(x)$ y si $Y=0$ entonces $\varepsilon = -\pi(x)$ cada una con su respectiva probabilidad. Dado que la variable respuesta es binaria, entonces la varianza de Y no es constante esto es:

$$\sigma_y^2 = \pi(x)(1 - \pi(x))$$

En consecuencia la $V(\varepsilon)$ no es constante, varía para cada observación.

3.1.1 Supuestos generales del modelo de regresión logística

El uso correcto del modelo de regresión logística requiere del cumplimiento de ciertos supuestos:

- 1) Se asume que existe una relación no lineal entre la respuesta esperada y el predictor lineal.
- 2) La variable dependiente se distribuye como una Bernoulli.
- 3) La varianza de la variable respuesta y de los errores del modelo no son constantes (Heterocedasticidad).
- 4) Las variables explicativas son independientes.

3.1.2 Estimación de Parámetros

Sea una muestra de observaciones independientes del par (x_i, y_i) $i = 1, 2, \dots, n$, $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iK})'$, donde x_i es el vector de observaciones de la k -ésima variable y y_i denota el valor de la variable respuesta dicotómica.

El vector de coeficientes desconocidos β_{k+1} del modelo de regresión logística representado en la ecuación (III.1) puede ser estimado a partir de un conjunto de datos, así recordemos que en regresión lineal el método más utilizado para estimar los parámetros desconocidos es el de mínimos cuadrados, el cual consiste en encontrar el vector de constantes β_{k+1} que minimice la suma de cuadrados de los errores del modelo.

El método que será usado para estimar los coeficientes del modelo logístico es el de máxima verosimilitud. En general, el método de máxima verosimilitud permite obtener el vector de parámetros que maximiza la credibilidad de obtener el conjunto de datos observados. Para aplicar este método primero se construye una función llamada “función de verosimilitud”; obteniendo como resultado estimadores que estén más cercanos a los datos observados.

A continuación, se muestra el algoritmo para la estimación de parámetros para un modelo de regresión logística por el método de máxima verosimilitud:

- Cada observación de la muestra sigue la distribución bernoulli con parámetro π_i por lo que la distribución de probabilidades de cada observación es:

$$f_i(y_i) = \pi(x_i)^{y_i} (1 - \pi(x_i))^{1-y_i} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad ; \quad Y: 0, 1 \quad ; \quad \pi \in [0, 1]$$

Como las observaciones son independientes la función de verosimilitud es:

$$L(\beta / y_1, y_2, \dots, y_n) = \prod_{i=1}^n f_i(y_i) = \prod_{i=1}^n \pi(x_i)^{y_i} (1 - \pi(x_i))^{1-y_i} \quad (\text{III.2})$$

Aplicando logaritmo a la función de verosimilitud **(III.2)**:

$$\begin{aligned}\ln L(\beta/y_1, y_2, \dots, y_n) &= \ln \left(\prod_{i=1}^n \pi(x_i)^{y_i} (1-\pi(x_i))^{1-y_i} \right) \\ &= \sum_{i=1}^n [Y_i \ln(\pi(x_i)) + (1-Y_i) \ln(1-\pi(x_i))] \\ &= \sum_{i=1}^n \left[Y_i \ln \left(\frac{\pi(x_i)}{1-\pi(x_i)} \right) \right] + \sum_{i=1}^n \ln [1-\pi(x_i)]\end{aligned}$$

Ahora como $1-\pi(x_i) = [1 + \exp(x_i' \beta)]^{-1}$ y $\eta_i = \ln[\pi(x_i)/1-\pi(x_i)] = x_i' \beta$

Se tiene que el logaritmo de la verosimilitud se puede expresar como sigue:

$$\ln L(\beta/Y) = \sum_{i=1}^n y_i x_i' \beta - \sum_{i=1}^n \ln(1 + \exp(x_i' \beta))$$

Para hallar los valores de β que maximice $\ln L(y_i, \beta)$ se deriva respecto a β y luego se iguala a cero, a estas ecuaciones se le conoce como ecuaciones de verosimilitud:

$$\begin{aligned}\sum [y_i - \pi(x_i)] &= 0 \\ \sum [y_i - \pi(x_i)] * x_i &= 0.\end{aligned} \tag{III.3}$$

El sistema de ecuaciones **(III.3)** no son lineales en el vector de parámetros β_{k+1} y además las varianzas de los errores no son constantes, se usa un método iterativo denominado método de estimación de mínimos cuadrados iterativamente reponderados.

Una vez estimados los coeficientes el siguiente paso es verificar si el modelo estimado se ajusta efectivamente a los datos; esto involucra la formulación y prueba de hipótesis estadísticas.

3.1.3 EVALUACIÓN DEL MODELO AJUSTADO

Pruebas para evaluar la significancia de los coeficientes del modelo

Después de estimar los coeficientes, es necesario verificar la bondad del ajuste y si cada una de las variables independientes está significativamente relacionada con la variable respuesta; esto conduce a formular y probar hipótesis estadísticas.

La prueba de Wald

La estadística de Wald es comúnmente usada para averiguar que variables independientes explican significativamente la respuesta. Es una estadística equivalente a la prueba t usada en el modelo lineal general. La estadística de prueba es obtenida como el cociente entre el estimador máximo verosímil de $\tilde{\beta}_j$ y su error estándar de estimación $EE(\tilde{\beta}_j)$ la cual tiene distribución χ^2 .

$$W = \left(\frac{\tilde{\beta}_j}{EE(\tilde{\beta}_j)} \right)^2 \approx \chi^2_1$$

La diferencia que existe entre la estadística t y la prueba de Wald, está en el cálculo del error estándar de los coeficientes estimados ya que estos últimos se calculan asintóticamente a partir de la matriz de varianzas y covarianzas utilizando el inverso de la matriz de información de Fisher $([I(\tilde{\beta})]^{-1})$.

Desviación (D)

El principio usado en regresión logística es comparar los valores observados de la variable respuesta con los valores predichos obtenidos de los modelos ajustados con y sin la variable que se desea evaluar. La comparación de valores observados y predichos se basa en la función log verosimilitud. Para el caso de un modelo saturado el valor observado de una variable respuesta es

también un valor predicho, así un modelo saturado es un modelo que contiene tantos parámetros como datos existen; (un ejemplo de un modelo saturado es ajustar un modelo de regresión lineal simple cuando sólo hay 2 datos).

Así tenemos que la comparación de un valor observado y predicho usando la función de verosimilitud esta basado en la siguiente expresión [20]:

$$D = -2 \ln \left(\frac{\text{verosimilitud del modelo ajustado}}{\text{verosimilitud del modelo saturado}} \right) \quad (\text{III.4})$$

Verosimilitud del modelo ajustado:

$$\prod_{i=1}^n \pi(x_i)^{y_i} (1 - \pi(x_i))^{1-y_i} \quad (\text{III.5})$$

Verosimilitud del modelo saturado:

$$l(\text{modelo saturado}) = \prod_{i=1}^n y_i^{y_i} (1 - y_i)^{1-y_i} \quad (\text{III.6})$$

La cantidad dentro de los corchetes en la expresión **(III.4)** es llamada razón de verosimilitud. Calculando menos 2 veces el logaritmo de la razón de verosimilitud se obtiene una estadística cuya distribución es conocida (Chi cuadrado) y puede ser usada para contrastar hipótesis; tal prueba es llamada “Prueba de razón de verosimilitud”.

Reemplazando las ecuaciones (III.5) y (III.6) en (III.4) se tiene:

$$D = -2 \sum_{i=1}^n \left[Y_i \ln \left(\frac{\hat{\pi}(x_i)}{Y_i} \right) + (1 - Y_i) \ln \left(\frac{1 - \hat{\pi}(x_i)}{1 - Y_i} \right) \right] \quad (\text{III.7})$$

donde, la estadística D en la ecuación **(III.7)** es denominada la Desvianza y es una estadística muy usada para la evaluación de la bondad del ajuste del modelo. Además, cuando los valores de la variable respuesta son 0 y 1 la verosimilitud del modelo saturado es 1 ya que se tiene $\hat{\pi}(x_i) = y_i$ y la

verosimilitud es:

$$l(\text{modelo saturado}) = \prod_{i=1}^n y_i^{y_i} (1 - y_i)^{1-y_i} = 1.$$

Reemplazando este valor en la ecuación (III.4) se tiene:

$$D = -2 \ln(\text{verosimilitud del modelo ajustado}) \quad (\text{III.8})$$

Cuando el propósito es evaluar la significancia de las variables independientes consideradas en el modelo ajustado (modelo propuesto); se puede realizar la comparación entre el valor de la desviación de un modelo ajustado que no considera ninguna variable independiente (modelo nulo) y de un modelo ajustado que si incluye las variables independientes (modelo propuesto), por lo que el cambio de la desviación debido a la inclusión de las variables independientes es obtenido como:

$$G = D(\text{modelo nulo}) - D(\text{modelo propuesto})$$

donde G también puede ser expresado de la siguiente forma:

$$G = -2 \ln \left(\frac{\text{verosimilitud del modelo nulo}}{\text{verosimilitud del modelo propuesto}} \right) \quad (\text{III.9})$$

Así el cálculo del ln de verosimilitud y la prueba de razón de verosimilitud nos permiten evaluar la significancia de la adición de nuevas variables independientes en el modelo.

Residual de Pearson y Desviación de residuos.- Estas estadísticas permiten evaluar la bondad de ajuste del modelo en forma global, ambas se basan en la comparación de los valores observados Y_i y sus respectivas probabilidades estimadas, $\pi(x_i)$. La hipótesis a verificar es:

$$H_0: \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0$$

$$k = 1, 2, \dots, p.$$

La estadística de prueba es:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{\left(Y_i - \hat{\pi}(x_i) \right)^2}{\hat{\pi}(x_i) \left(1 - \hat{\pi}(x_i) \right)} \quad (\text{III.10})$$

La estadística (III.10) tiene distribución asintótica $\chi^2_{n-(p+1)}$ [20].

3.2 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTINIVEL

El análisis de regresión logística multinivel es un enfoque analítico apropiado cuando la variable respuesta es dicotómica y cuyos datos presentan fuentes de variabilidad anidadas, es decir, unidades de un nivel inferior, denominadas micro unidades integradas en unidades de un nivel superior denominadas macro unidades. El análisis de regresión logística multinivel permite estudiar simultáneamente los efectos de variables de nivel grupal y variables individuales en los resultados individuales, y a la vez da cuenta de la falta de independencia de las observaciones dentro de cada grupo. Este análisis también permite estudiar la variabilidad intergrupala (entre grupo) e intragrupal (dentro de cada grupo), y la manera en que las variables grupales e individuales están relacionadas con la variabilidad en ambos niveles.

3.2.1 Formulación del modelo

El caso más simple de un modelo multinivel es el denominado “**modelo nulo**” el cual no contiene variables explicativas en el nivel individual (nivel 1) ni en el nivel grupal (nivel 2). La variabilidad dentro de los grupos puede ser expresado como un modelo donde la variable respuesta y_{ij} , es la suma de una media general dada por γ_{00} , un efecto aleatorio a nivel grupal dado por U_{0j} , y un efecto aleatorio a nivel individual dado por ε_{ij} .

El modelo para la i -ésima unidad de nivel individual, la cual se encuentra en la j -ésima unidad de nivel grupal, tiene la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + U_{0j} + \varepsilon_{ij}; \quad i=1, 2, 3, \dots, n_j, \quad j=1, 2, \dots, m \quad (\text{III.11})$$

Donde:

Y_{ij} : Variable respuesta dicotómica

γ_{00} : Media global

U_{0j} : Efecto aleatorio de la variable grupal

ε_{ij} : Efecto aleatorio de la variable individual

Las variables aleatorias U_{0j} y ε_{ij} con media 0, son mutuamente independientes y tienen varianzas dadas por :

$$\text{Var} (U_{0j}) = \tau_{u0}^2 \quad ; \quad \text{Var} (\varepsilon_{ij}) = \sigma^2 \approx \pi^2/3 = 3.29, \text{ Ver [23]}$$

Los parámetros en el modelo (III.11) son tres: el coeficiente γ_{00} y las varianzas σ^2 y τ_{u0}^2 .

El **modelo nulo**, resulta importante por qué provee la partición de la variabilidad de los datos entre los dos niveles así la varianza total de Y es:

$$\text{Var} (Y_{ij}) = \sigma^2 + \tau_{u0}^2.$$

Siendo la covarianza entre dos unidades de nivel individual (i e i' donde $i \neq i'$) pertenecientes a la misma variable grupal j , igual a la varianza de la contribución del nivel individual U_{0j} .

$$\text{Cov} (Y_{ij}, Y_{i'j}) = \text{Var} (U_{0j}) = \tau_{u0}^2.$$

El coeficiente de correlación intraclase es dado por:

$$\rho = \frac{\text{Varianza de nivel 2 (grupo)}}{\text{Varianza total}}$$

Este coeficiente viene a ser la fracción de la variabilidad total de los datos que es debido a las variables de nivel 2. Una correlación baja o cercana a cero significará que los sujetos dentro del mismo grupo son tan diferentes entre sí como los que pertenecen a otros grupos. Es decir que no hay diferencias en la variabilidad entre los grupos y en consecuencia un análisis multinivel puede ser innecesario. Dado la equivalencia de la varianza de los residuos de nivel 1 (σ^2) hecha para la ecuación III.11 se obtiene que el coeficiente de correlación intraclase quedaría expresado de la siguiente forma:

$$\rho = \tau_{u0}^2 / (3.29 + \tau_{u0}^2)$$

El modelo nulo para un modelo de regresión logística de dos niveles se expresa de la siguiente forma:

Nivel individual (nivel 1):

$$\text{Logit}(\pi_{ij}) = \beta_{0j} \quad i=1, 2, \dots, n_j, \quad j=1, 2, \dots, m$$

Nivel grupal (nivel 2):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad j=1, 2, \dots, m, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{u0}^2)$$

Este tipo de modelos son básicamente modelos de regresión de efectos mixtos, en el que se intenta estudiar las relaciones entre variables; en investigaciones donde exista una estructura jerárquica en los datos.

El modelo de regresión logística con intercepto aleatorio de dos niveles, que incluye una sola variable independiente X para el nivel 1 y una variable independiente W para el nivel 2, se expresa de la siguiente forma:

Nivel individual (nivel 1):

$$\log \text{it}(\pi_{ij}) = \log \left(\frac{\pi(x_{ij})}{1 - \pi(x_{ij})} \right) = \beta_{0j} + \beta_1 X_{ij}; \quad i=1, 2, \dots, n_j, \quad j=1, 2, \dots, m \quad (\text{III.12})$$

Como se ha visto anteriormente la ecuación puede ser escrito de la siguiente forma:

$$\pi_{ij} = \frac{e^{\beta_{0j} + \beta_1 X_{ij}}}{1 + e^{\beta_{0j} + \beta_1 X_{ij}}}; \quad i=1, 2, \dots, n_j, \quad j=1, 2, \dots, m$$

donde:

π_{ij} = Es la probabilidad de éxito para el individuo i-ésimo en el grupo j-ésimo.

X_{ij} = Es la variable independiente de nivel individual para el individuo i-ésimo en el grupo j-ésimo.

β_{0j} = Es el intercepto en el j-ésimo grupo.

β_1 = Es el efecto específico de la variable individual.

Nivel grupal (nivel 2):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} w_s + u_{0j}; \quad j=1, 2, \dots, m$$

$$s = 1, 2, \dots, q$$

donde:

w = Variable de nivel 2.

γ_{00} = Intercepto común para todos los grupos.

γ_{01} = Es el efecto de la variable independiente de nivel 2 en las pendientes específicas de los grupos.

y donde los parámetros a estimar para este modelo son β_{0j} y las componentes de la varianza correspondientes a $\text{Var}(u_{0j}) = \tau_{u0}^2$ y $\text{var}(\varepsilon_{ij}) = 3.29$.

Lo anterior se puede extender a un modelo más general; donde se tiene p variables independientes (X) en el nivel 1 y q variables independientes (W) en el nivel 2 conocido como modelo con intercepto y pendiente aleatoria y queda expresado de la siguiente forma:

Nivel individual (nivel 1):

$$\text{Logit}(\pi_{ij}) = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + \dots + \beta_{Kj} X_{Kij}; \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots, n_j \\ j=1,2,\dots, m \\ k=0, 1,2,\dots, K, \end{array}$$

Nivel grupal (nivel 2):

$$\beta_{kj} = \gamma_{k0} + \sum_{s=1}^q \gamma_{ks} W_{sj} + u_{kj} \quad s= 1,2,\dots, q$$

Los parámetros a estimar son $\beta_{0j}, \beta_{1j}, \dots, \beta_{kj}$, y las componentes de la varianza correspondientes a $\text{Var}(u_{kj}) = \tau_{uk}^2$ y $\text{var}(\varepsilon_{ij}) = \sigma^2 = 3.29$.

Y el coeficiente de correlación intraclase es dado por:

$$\rho = \tau_{uk}^2 / (3.29 + \tau_{uk}^2)$$

Este coeficiente viene a ser la fracción de la variabilidad total de los datos que es debido a las variables en el nivel 2.

3.2.2 Estimación de los coeficientes

En lo que se refiere a los métodos de estimación, en el contexto de los modelos multinivel se encuentra dos grandes ramas a saber: Métodos de máxima verosimilitud y métodos bayesianos. A su vez, dentro de cada uno de estos grupos, se encuentran distintas formas de estimación. La Tabla N° 3.1 sintetiza

los métodos de estimación existentes para estructuras de datos multinivel.

Tabla N° 3.1

Método de estimación de parámetros del modelo de regresión logística multinivel

	METODO	ABREVIATURA
MAXIMA VEROSIMILITUD	Mínimos Cuadrados Generalizados Iterativos	IGLS
	Mínimos cuadrados Generalizados Iterativos restringidos	RIGLS
	Cuasi-verosimilitud Marginal	MQL
	Cuasi-verosimilitud Penalizada	PQL
ESTADISTICA BAYESIANA	Full Bayes estimation	FB
	Empirical Bayes estimation	EM
	Cadena de Markov-Monte Carlo	MCMC

Elaboración: Propia

Debido a que el modelo de regresión logística multinivel es no lineal, para la estimación de los parámetros de este modelo se utilizan los métodos de cuasi verosimilitud marginal (MQL) y cuasi verosimilitud penalizada (PQL), ambos métodos utilizan expansiones en series de Taylor para linealizar el modelo multinivel, el primer método sólo linealiza la parte fija del modelo, mientras que el segundo linealiza tanto las componentes fijas como aleatorias del predictor de la variable dependiente. Por lo tanto, las estimaciones en base al método PQL resultan más precisas que las obtenidas por el método MQL. Asimismo, en casos donde la muestra es pequeña, el método RIGLS podría ser el más adecuado. La estimación bayesiana, vía el método MCMC (Markov Chain Monte Carlo), es otra posibilidad que combina una distribución a priori con la información muestral, a través de la verosimilitud para obtener una distribución a posteriori [23].

3.2.3 Evaluación del Modelo

3.2.3.1 Bondad de Ajuste:

Entre los métodos para la evaluación del modelo tenemos pruebas de hipótesis para los parámetros fijos y aleatorios del modelo las varianzas y covarianzas; así tenemos:

Prueba de hipótesis para parámetros fijos

Prueba para un único parámetro.- la hipótesis nula aquí es:

$$H_0: \gamma_{ks} = 0 \quad (k = 0, 1, 2, \dots, K)$$

$$H_1: \gamma_{ks} \neq 0 \quad (s = 1, 2, \dots, q)$$

donde K es el número de coeficientes de nivel 2 (grupales) y q es el número de variables de nivel 2 en el modelo. Si se rechaza la hipótesis nula, implicaría que el efecto de la s-ésima variable predictora de nivel 2 (w_{sj}) es igual a cero, es decir la variable de nivel 2 no es significativa porque no influye en el coeficiente de nivel 1 (β_{kj}).

La estadística de prueba se expresa de la siguiente forma:

$$t = \frac{\hat{\gamma}_{ks}}{EE(\hat{\gamma}_{ks})} \sim t_{k-s-1}$$

donde $\hat{\gamma}_{ks}$ es el estimador máximo verosímil de γ_{ks} y el denominador resulta ser la raíz cuadrada de la varianza muestral estimada de γ_{ks} . Donde la estadística de prueba bajo el supuesto de normalidad de los errores de nivel 2, converge a una distribución normal.

3.2.3.2 Prueba de hipótesis para los parámetros aleatorios

Así como para los modelos no jerárquicos, en muchas de las aplicaciones de análisis multinivel el investigador está interesado en saber si los coeficientes de nivel 1 serán especificados como fijos o aleatorios. Para su verificación usamos pruebas de hipótesis referidas a las componentes de varianza así tenemos:

$$H_0: \tau_{kk} = 0 \quad k = 0, 1, \dots, K$$

$$H_1: \tau_{kk} \neq 0$$

Donde $\tau_{kk} = \text{Var}(\beta_{kj})$, y su prueba de hipótesis está basado en la estimación de la varianza y es representado por la siguiente fórmula:

$$z = \frac{\widehat{\tau_{kk}}}{(\text{Var}(\widehat{\tau_{kk}}))^{1/2}}$$

El cual se aproxima a una distribución normal cuando la muestra es grande. Si esta hipótesis es rechazada, se puede concluir que los coeficientes de nivel 1 (β_k) son aleatorios.

CAPÍTULO IV. FACTORES ASOCIADOS CON LA DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS Y NIÑAS MENORES DE CINCO AÑOS EN EL PERÚ.

Dado que el objetivo de este trabajo es determinar los factores contextuales e individuales asociados con la desnutrición crónica en los niños y niñas menores de cinco años en el Perú, en este capítulo aplicaremos el análisis de regresión logística multinivel, para determinar aquellos factores asociados con la desnutrición crónica.

Los datos a ser utilizados forman parte de la encuesta demográfica y de salud familiar- ENDES 2009 y corresponden a una muestra de niños y niñas menores de cinco años a nivel nacional, la cual se describe a continuación:

La ENDES son encuestas por muestreo, desarrolladas por el instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), que proporcionan información sobre las características de los hogares, mujeres en edad reproductiva entre 15 y 49 años de edad y sobre los hijos tenidos en los cinco años anteriores a la fecha de la entrevista. El diseño de la muestra proporciona una representatividad a nivel nacional, departamental, regional (Lima Metropolitana, Resto Urbano, Sierra y Selva) y áreas de residencia.

La ENDES 2009, consta de dos cuestionarios uno a nivel de hogar y otro a nivel de las mujeres y se incorporó, un módulo para obtener información sobre los datos antropométricos (peso y talla) de la madre y el niño, respectivamente. El presente estudio utiliza la información contenida en el cuestionario del hogar relacionado con características de los hogares y sus miembros; del cuestionario individual de mujeres sobre antecedentes de la entrevistada, reproducción, embarazo, parto, puerperio, lactancia, inmunización y salud; así como del módulo de datos antropométricos del niño y la madre. Acerca de la información a nivel contextual (Departamental), la segunda fuente son los datos recolectados en el Censo nacional 2007, así como por la Encuesta nacional de Hogares (ENAHOG 2009) cuya información se encuentra disponible en la página web del INEI, de la cual se consideró estadísticas acerca del número de establecimientos de salud, porcentaje de mujeres que alcanzaron el nivel de

educación primaria y el ingreso promedio mensual de cada departamento.

La muestra de la ENDES 2009, está constituida por 6,820 niños y niñas que en la fecha de la entrevista tenían entre cero y cincuenta y nueve meses de edad, correspondientes a los 24 departamentos del Perú. Las variables utilizadas en esta investigación se encuentran relacionadas con características contextuales (departamento) e individuales (niño) según categorías, tipo de variable y escala de medición. Las variables han sido seleccionadas teniendo en cuenta la relevancia sustantiva y estadística que la literatura sobre el tema frecuentemente les asigna como factores asociados a la desnutrición crónica infantil.

En el presente trabajo se tomaron en cuenta variables individuales correspondientes al niño, su madre y el hogar; variables contextuales correspondientes a características del departamento las cuales fueron incluidas en un modelo multinivel para intentar explicar la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años.

La clasificación del estado nutricional se realizó tomando como base el Patrón de Crecimiento Infantil de la Organización Mundial de la Salud (OMS) difundido internacionalmente el año 2006. Este nuevo patrón de referencia fue elaborado sobre la base de niñas y niños que estuvieron en un entorno óptimo para el crecimiento: prácticas de alimentación recomendadas para lactantes, niñas y niños pequeños, buena atención de salud, madres no fumadoras y otros factores relacionados con los buenos resultados de salud³. La desnutrición crónica se determina al comparar la talla de la niña o niño con la esperada para su edad y sexo siendo la desnutrición crónica el estado en el cual las niñas y

³ Patrones de Crecimiento Infantil de la Organización Mundial de la Salud (OMS): Longitud / talla para la edad, peso para la edad, peso para la longitud, peso para la talla y el índice de masa corporal para la edad: Métodos y Desarrollo. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2006.

niños tienen baja estatura con relación a una población de referencia. De esta manera, se clasificó como niñas o niños con desnutrición crónica a aquellos que tienen entre cero y cincuenta y nueve meses de edad. Para la expresión e interpretación de los datos antropométricos se utilizan los índices **Z** de la talla para la edad (T/E), cada índice se expresa en términos del número de desviaciones estándar (DE) de la media del patrón utilizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Las niñas y niños se clasifican como desnutridos si están 2 o más desviaciones estándar (2DE) por debajo de la media de la población de referencia. El cuadro se basa en niñas y niños con datos completos de nacimiento y mediciones tanto de talla como de peso.

En el Cuadro 4.1 se muestran como han sido medidas cada una de las variables independientes de nivel 1 y nivel 2 las cuales no requieren mayores explicaciones, excepto el quintil de riqueza que es un indicador del nivel socioeconómico, para el cual se recolectó información detallada sobre características de la vivienda y sobre la disponibilidad de ciertos bienes de consumo duradero y servicios que se relacionan directamente con el nivel socioeconómico⁴.

Es así que considerando estas variables correspondientes a los bienes de consumo duradero y las características de las viviendas que se utilizaron para la construcción de los quintiles de riqueza se generaron 5 grupos los cuales fueron denominados de la siguiente manera: muy pobre (1), pobre (2), medio (3), rico (4) y muy rico (5). Para el presente trabajo se reagruparon los quintiles de riqueza en dos categorías: no pobre (0) y muy pobre / pobre (1).

La base de datos para el estudio se preparó, considerando los datos antropométricos del niño y niña de edades entre 0 y 59 meses (menores de 5

⁴ Para una descripción detallada de los procedimientos, alcances y limitaciones, véase Rutstein, Shea O. and Kiersten Johnson. 2004. The DHS Wealth Index. DHS Comparative Reports N° 6 Calverton, Maryland: ORC Macro; Gwatkin, S. Rutstein, K. Johnson, R. P. Pande y A. Wagstaff. Socio-Economic Differences in Health, Nutrition and Population in Bolivia. The World Bank, Mayo 2000.

años) para los cuales se identificó a sus madres y se procedió a incluir también las características de las mismas.

Dado que muchos de los factores que influyen en el estado de salud de los niños y niñas no son características individuales; sino del ambiente físico, social y cultural en que ellos viven, es necesario hacer un análisis, el cual incluya este tipo de variables y así identificar los efectos de características de contextos asociados con el estado nutricional. Es así que para el presente trabajo también se consideró características de los Departamentos, los mismos que vienen a ser las variables contextuales (Nivel 2) obtenidas, a partir de los datos del Censo Nacional 2007 y la Encuesta Nacional de hogares (ENAHOG 2009).

El análisis de datos se realizó inicialmente con el software SPSS versión 19 para el análisis bivariado, y el programa MLWIN Versión 2.23 para realizar análisis y ajuste del modelo de regresión logística multinivel.

TABLA 4.1: Variables de Investigación relacionadas con las características del niño, la madre, hogar y departamento

NIVELES	VARIABLES	X_i, W_i	NOMBRE DE VARIABLES	CATEGORÍAS ^{1/}
VARIABLE RESPUESTA	Desnutrición Crónica	Y_i	Desnutrición crónica	0: Ausente 1: Presente
NIVEL- 1	Características y cuidados del niño	X_1	Peso Del niño al nacer	0: Normal 1: Bajo/Insuficiente
		X_2	Orden de Nacimiento	0: 1,2,3 orden 1: 4,5,6+orden
		X_3	Parto múltiple	0: no 1: si
		X_4	Meses de lactancia del niño.	0: Mayor de 13 meses. 1: Hasta los 13 meses
		X_5	Tiempo en que empezó a lactar.	0: El mismo día 1: Un día después
		X_6	Tamaño del niño al nacer.	0: Normal 1: Pequeño
		X_7	Niño (a) bebió biberón.	0: Si 1: No
		X_8	N° de visitas prenatales.	0: De 5 a más visitas 1: De 0 a 4 visitas
		X_9	Sexo del niño	0: Mujer 1: Varón
	Morbilidad previa del niño	X_{10}	Diarrea en las últimas dos semanas.	0: No 1: Si
		X_{11}	Tuvo tos las últimas dos semanas.	0: No 1: Si
		X_{12}	Pecho o nariz tupidada.	0: No 1: Si
		X_{13}	Tuvo fiebre en las últimas dos semanas.	0: No 1: Si
		X_{14}	Sangre en sus deposiciones.	0: No 1: Si
	Características de la madre	X_{15}	Nivel de instrucción de la madre.	0: Secundaria/Superior 1: Sin instrucción/Primaria
		X_{16}	Edad actual de la madre.	Edad no agrupada
		X_{17}	Talla de la madre (cm).	0: mayor de 150 cmts 1: <= 150 cmts.
		X_{18}	Lengua materna de la madre.	0: castellano 1: Otro idioma
		X_{19}	Entrevistada actualmente trabaja.	0: No 1: Si
		X_{20}	Frecuencia con la que lee periódico.	0: Por lo menos una vez al día. 1: Nunca
		X_{21}	Frecuencia con la que ve televisión.	0: Por lo menos una vez al día. 1: Nunca
		X_{22}	Frecuencia con la que escucha radio.	0: Por lo menos una vez al día. 1: Nunca
	Características del Hogar	X_{23}	Tipo de lugar de residencia.	0: Urbano 1: Rural
		X_{24}	Quintil de riqueza del hogar	0: No pobre 1: Muy pobre / pobre
NIVEL-2	Características del Departamento.	W_1	N° Total de establecimientos de salud.	
		W_2	Porcentaje de mujeres con nivel de educación primaria.	
		W_3	Ingreso promedio mensual.	Ingreso no agrupado

1/ Las categorías que toman el valor cero, representan las categorías de referencia para cada una de las variables explicativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra está constituida por 6,820 niños y niñas menores de cinco años cada uno de ellos con sus respectivas madres. El 60.9% de los hogares de los niños y niñas están ubicados en zona urbana. Asimismo, para medir el nivel de bienestar de los hogares en las ENDES se calcula el Índice de riqueza. De acuerdo con este índice se tiene que 51.8% de los niños y niñas pertenece a hogares clasificados como pobres o muy pobres, 48.2% vienen de hogares clasificados como no pobres (clase media, ricos o muy ricos).

En relación a las características de las madres se observó que sus edades oscilan entre 15 y 49 años, con una edad promedio de 29.4 ± 7.1 años y su lengua materna es el castellano (88.4%), el resto habla quechua, aymara u otra lengua nativa. El 7.2% de estas mujeres no sabe leer, 45.9% han alcanzado el nivel de instrucción primaria y sólo el 21% tiene instrucción superior. El 58.8 % de las madres actualmente trabajan.

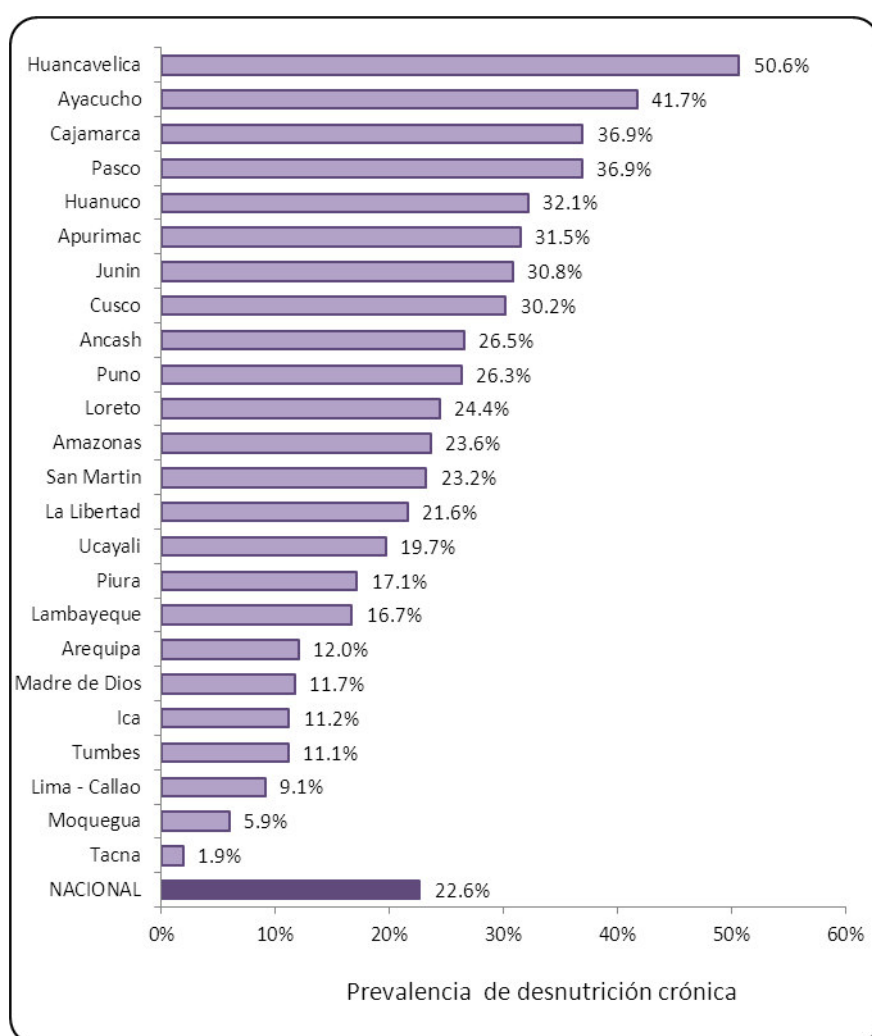
Con la finalidad de seleccionar los medios de comunicación masiva a los que tiene acceso la mayoría de las madres, de modo que se les pueda informar sobre temas relacionados con salud, higiene, hábitos alimenticios saludables, la ENDES investiga sobre este tema. En la encuesta del 2009, se encontró que más del 50% escucha radio y ve televisión por lo menos una vez al día (90.6%), asimismo también el 81.1% de las madres afirma que lee los periódicos. Respecto a la lectura de los diarios sería importante averiguar que diarios leen y cual es el significado que le dan a “leer”, puesto que se sabe que en las grandes ciudades la mayoría de las personas no compra diarios y sólo lee la primera página de los diarios en los puestos de periódicos, y en otros lugares del interior del país no se tiene acceso a diarios.

Con relación a los niños y niñas menores de cinco años que constituyen las unidades de análisis en este estudio, el 51.8% son de sexo masculino y sus edades varían entre 0 y 59 meses, con una edad promedio de 27.2 ± 17.1 meses. De los cuales 23,7% pertenecen al grupo de edad menores de 1 año, 43,8% de 1 a 3 años y el 32.4% al de mayores de 3 años pero menores de 5

años.

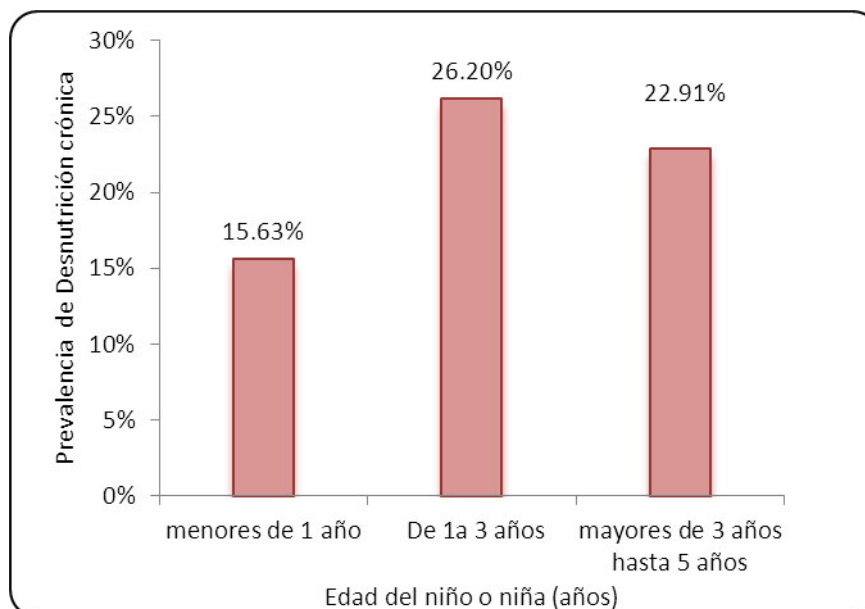
De los resultados de la encuesta se obtuvo que aproximadamente 22 de cada 100 niños o niñas padecen de desnutrición crónica a nivel nacional, esta cifra esconde importantes diferencias porcentuales a nivel departamental debido tal vez a las diferencias tanto estructurales como en el costo de vida al interior de los departamentos de nuestro país; por ejemplo, se puede observar que entre los departamentos de Tacna y Huancavelica la prevalencia de desnutrición crónica varía entre 1.9% y 50.6%. (Gráfico 4.1)

GRÁFICO N° 4.1
PERÚ: PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS Y NIÑAS
MENORES DE 5 AÑOS SEGÚN DEPARTAMENTO, ENDES 2009



La prevalencia de desnutrición crónica es menor (15.63%) en los menores de un año lo cual se explica por el hecho de que los niños y niñas durante esos meses están siendo alimentados con la leche materna. Es en los niños y niñas con edades entre 1 a 3 años donde la prevalencia es mayor (26.2%). (Gráfico 4.2).

GRÁFICO N° 4.2
PERÚ: PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS Y NIÑAS
SEGÚN RANGO DE EDADES EN AÑOS, ENDES 2009



Se realizó un análisis de la relación entre cada uno de los factores tanto relacionados al niño como a la madre y el indicador de desnutrición crónica. Entre las Características del hogar se observa que la prevalencia de desnutrición crónica esta significativamente asociada ($p < 0,05$) con el tipo de lugar de residencia. Del mismo modo, en los hogares clasificados como pobres o muy pobres, la prevalencia de desnutrición crónica ($P: 33.3\%$) es significativamente mayor ($p < 0,05$) comparado con los hogares ubicados en los tres quintiles superiores (Tabla 4.2).

El nivel de riqueza es una variable importante que agrupa las características de

la vivienda y la disponibilidad de ciertos bienes de consumo duradero que se relacionan directamente con el nivel económico del hogar al que pertenecen los niños y niñas menores de cinco años. Así tenemos que los departamentos donde la prevalencia de desnutrición crónica es mayor que la prevalencia a nivel nacional (P: 22.6%) también presentan las más altas prevalencias de desnutrición crónica dentro de los hogares clasificados como pobre o muy pobres (Gráfico 4.3).

GRÁFICO N° 4.3

PERÚ: PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS Y NIÑAS MENORES DE 5 AÑOS SEGÚN NIVEL DE RIQUEZA Y DEPARTAMENTO, ENDES 2009

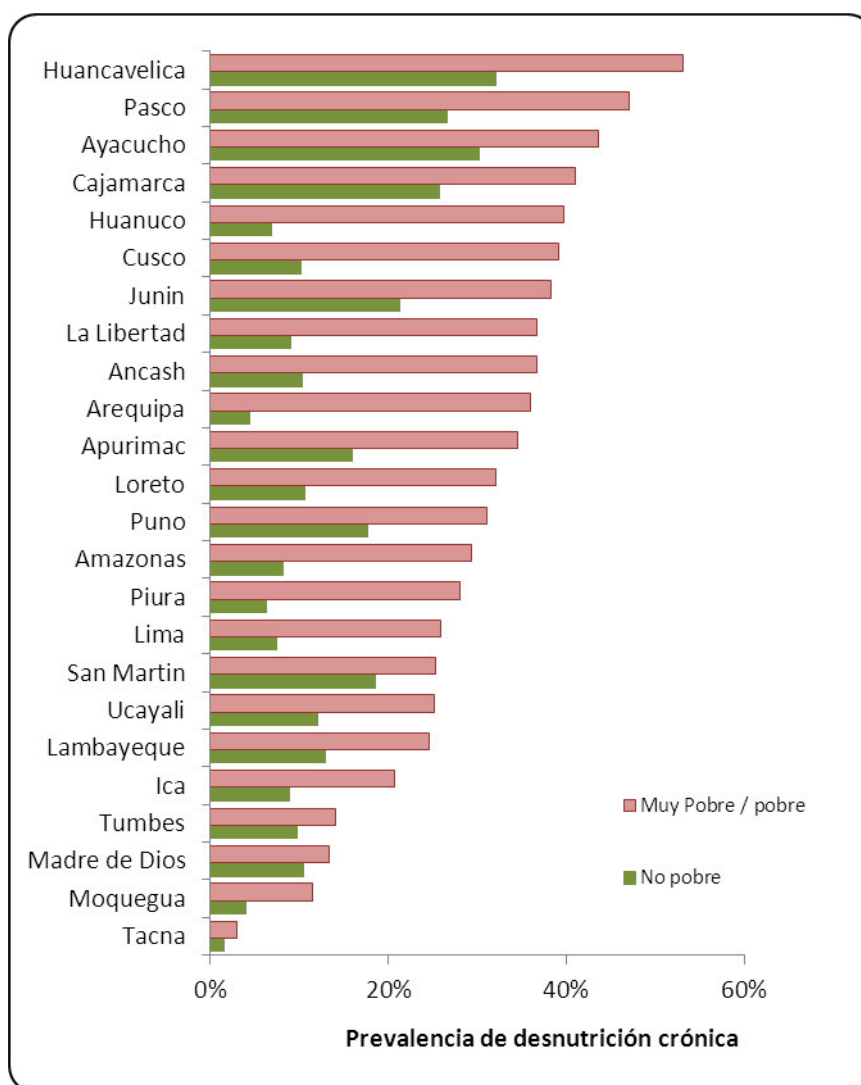


TABLA 4.2

**PERÚ: PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS Y NIÑAS
MENORES DE 5 AÑOS SEGÚN LUGAR DE RESIDENCIA Y NIVEL DE
RIQUEZA, ENDES 2009**

Características del Hogar	Total	Desnutrición Crónica				Significación (p)
		Presente		Ausente		
		n	%	n	%	
Lugar de residencia						
Urbano	4150	607	14.63	3543	85.37	0.00
Rural	2670	936	35.06	1734	64.94	
Quintil de Riqueza						
Quintil 3,4 y 5	3286	365	11.11	2921	88.89	0.00
Quintil 1 y 2	3534	1178	33.33	2356	66.67	

* $p \leq 0.05$

Con relación a las características de la madre de cada uno de los niños y niñas (Tabla 4.3) se observa que la prevalencia de desnutrición crónica está significativamente relacionada con la educación de la madre ($p < 0.05$) y disminuye a medida que aumenta el grado de instrucción. También está significativamente asociada con la lengua materna de la madre ($p < 0.05$) donde se observa una mayor prevalencia entre los hijos e hijas de mujeres cuya lengua materna es quechua/ aimara u otra lengua nativa. Por otro lado, se observa que entre las madres que trabajan la prevalencia de desnutrición crónica del niño o niña (P: 25.1%) es significativamente mayor ($p < 0.05$).

TABLA 4.3

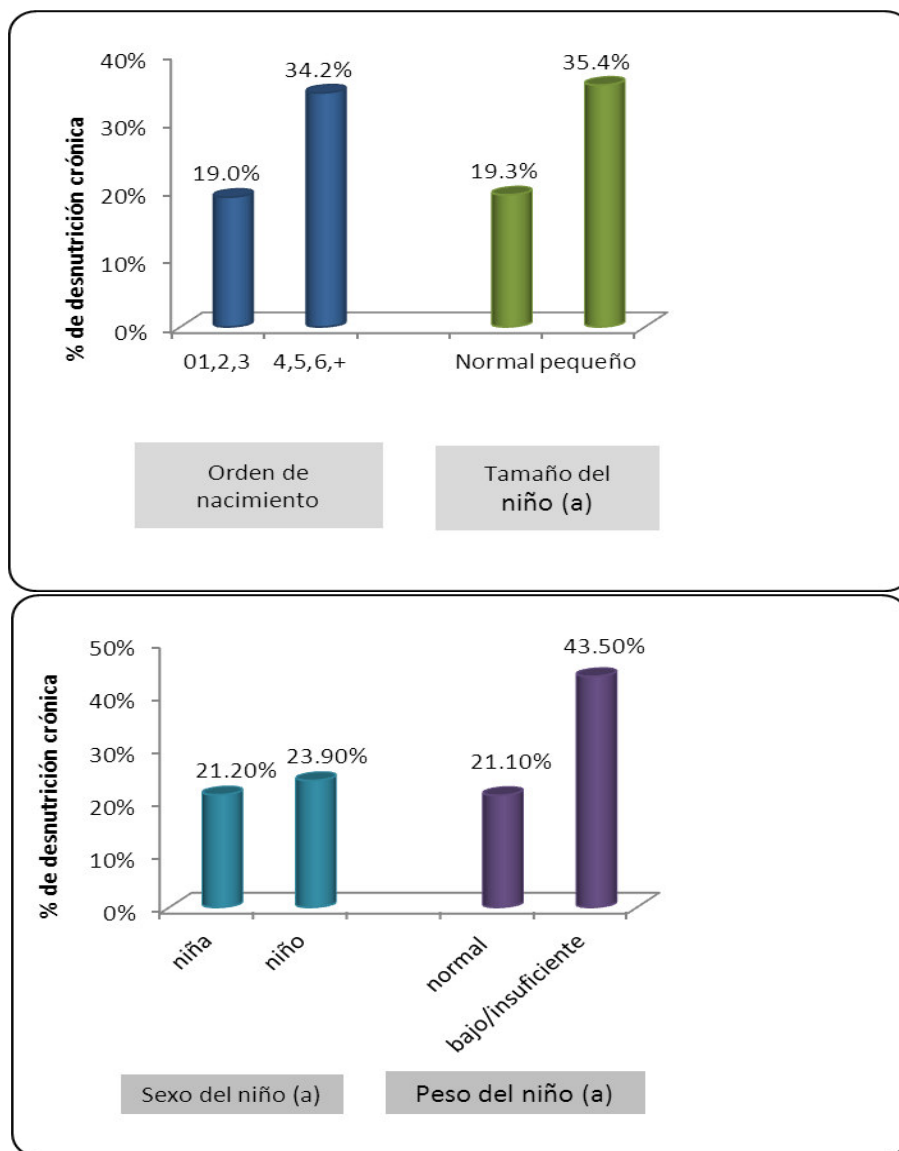
**PERÚ: PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA DE NIÑOS Y NIÑAS
MENORES DE 5 AÑOS SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE LA MADRE,
ENDES 2009**

Características de la madre	Total	Desnutrición Crónica				Significación (p)
		Presente		Ausente		
		n	%	n	%	
Instrucción de la madre						
Secundaria/Superior	3129	406	13.0	2723	87.0	0.000*
Sin instrucción/primaria	3691	1137	30.8	2554	69.2	
Talla de la madre						
mayor de 150 cms	4009	584	14.6	3425	85.4	0.000*
<= 150 cms	2811	959	34.1	1852	65.9	
lengua materna						
Castellano	6026	1166	19.3	4860	80.7	0.000*
Otro idioma	794	377	47.5	417	52.5	
Madre trabaja						
No	2811	537	19.1	2274	80.9	0.000*
Si	4009	1006	25.1	3003	74.9	
Frecuencia con la que lee periódico						
Por lo menos una vez al día	5529	1017	18.4	4512	81.6	0.000*
nunca	1291	526	40.7	765	59.3	
Frecuencia con la que ve televisión						
Por lo menos una vez al día	6176	1267	20.5	4909	79.5	0.000*
nunca	644	276	42.9	368	57.1	

* p <=0.05

Con relación a las características de los niños y niñas se tiene que la prevalencia de desnutrición crónica es significativamente mayor entre los niños y niñas que nacieron con bajo peso y cuyo tamaño al nacer fue clasificado como pequeño ($p < 0.05$). Por otro lado, los niños y niñas que son primogénitos presentan la menor prevalencia de desnutrición crónica (P: 19%) y esta va incrementándose a medida que el orden de nacimiento se incrementa. Asimismo, cabe mencionar que la prevalencia de desnutrición crónica es significativamente mayor en los niños (P: 23.9%) que en las niñas (P: 21.2%). (Gráfico 4.4)

GRÁFICO N° 4.4
PERÚ: PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS Y NIÑAS
MENORES DE 5 AÑOS SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE LOS NIÑOS Y
NIÑAS, ENDES 2009



Entre las características de los niños y niñas también resulta interesante observar la salud de los infantes ya que la presencia de las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) contribuye al incremento de la desnutrición de los niños y niñas. Respecto a otras características como la presencia de fiebre, diarrea y sangrado en las deposiciones del niño y niña durante las últimas dos semanas antes de la encuesta, los resultados muestran que la presencia de sangre en las deposiciones del niño y niña está significativamente relacionado ($p < 0.05$) con la prevalencia de desnutrición crónica (Tabla 4.4).

TABLA 4.4

PERÚ: PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA DE NIÑOS Y NIÑAS MENORES DE 5 AÑOS SEGÚN CARACTERÍSTICAS ACERCA DE LA SALUD DEL NIÑO Y NIÑA, ENDES 2009

Características de Salud del niño(a)	Total	Desnutrición Crónica				Significación (p)
		Presente		Ausente		
		n	%	n	%	
Tuvo fiebre en las ultimas dos semanas						
No	5106	1135	22.2	3971	77.8	0.177*
Si	1714	408	23.8	1306	76.2	
Presencia de diarrea en las ultimas dos semanas						
No	5727	1271	22.2	4456	77.8	0.051*
Si	1093	272	24.9	821	75.1	
Presencia de sangre en sus deposiciones						
No	6699	1499	22.4	5200	77.6	0.000*
Si	121	44	36.4	77	63.6	

* $p \leq 0.05$

Modelo de Regresión Logística de dos niveles

En cuanto al modelo utilizado para evaluar los factores asociados a la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años se eligió el modelo de regresión logística de dos niveles debido a que consideramos que las variables que son objeto de análisis poseen una estructura jerárquica de dos niveles; en la unidad de nivel 1 se encuentran las variables observadas de los niños y niñas menores de cinco años, de la madre y el hogar, y en la unidad de nivel 2, se encuentran las variables relacionada con los departamentos de procedencia de los niños y niñas. La variable respuesta corresponde a la presencia o ausencia de la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años. Las variables independientes del nivel 1 son X_1, X_2, \dots, X_{24} y las de nivel 2 son W_1, W_2 y W_3 (Ver tabla N° 4.1).

Como parte del análisis utilizando el modelo de regresión logística de dos niveles, se realizó el ajuste de los modelos nulo o vacío y el de intercepto aleatorio.

El modelo nulo representa el punto de partida de todo análisis multinivel. No incluye variables independientes e implica una descomposición de la varianza total de los datos entre los dos niveles.

El modelo se expresa como:

$$\text{Logit}(\pi_{ij}) = \gamma_{00} + U_{0j} \quad i=1,2,\dots, 6820 \quad j=1, 2,\dots,24$$

Donde:

γ_{00} : Media global

U_{0j} : Efecto aleatorio de los departamentos

TABLA 4.5

Estimación de parámetro del Modelo Nulo de 2 niveles

Efectos Fijos		Coeficiente	Error Estándar	T- ratio	Valor-P
Media	γ_{00}	-1.244	0.120	-10.37	0.000
Efectos Aleatorios		Componentes de Varianza			
Efecto de Nivel 2,	U_{0j}	0.608			
Efecto de Nivel 1,	e_{ij}	3.29			
Coeficiente de correlación intraclase : 0.16					
Deviance : 6756.888					
Número de casos: 6820					

En este modelo, la varianza de la variable desnutrición crónica en niños y niñas y de los departamentos, es de 3.29 y 0.608, respectivamente. También se calculó el coeficiente de correlación intraclase, que es la proporción de la varianza total explicada por las diferencias entre los departamentos, se obtuvo que la proporción de la variabilidad de nivel 2 respecto a la variación total es de 0.16 lo que implica que un 16% de la variación de los datos sobre desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años en el Perú es atribuible a las

diferencias entre departamentos, aún cuando este valor no es muy elevado, se decidió proceder con el ajuste de un modelo de regresión logística de dos niveles, con la finalidad de verificar si al incluir variables independientes de nivel 1 y nivel 2 en el modelo el valor del coeficiente de correlación intraclase se reduce, ya que si esto ocurre, se lograría controlar en cierta medida el efecto que tiene el hecho de que el niño o niña pertenezca a un Departamento cualesquiera, sobre la prevalencia de la desnutrición crónica infantil.

Asimismo, se tiene que para el modelo nulo el valor de $\hat{\gamma}_{00} = -1.244$, el cual representa el logit esperado de la probabilidad de presentar desnutrición crónica infantil. La probabilidad estimada de desnutrición crónica infantil es de 0.224 el cual interpretado en términos porcentuales estaría indicando que en promedio se estima que el 22.4% de los niños y niñas del Perú presentan desnutrición crónica infantil, esto cuando no existe variables explicativas ó cuyo valor es cero.

El modelo de intercepto aleatorio asume que la variación total de los datos esta explicado por las diferencias entre departamentos y por las variables independientes medidas en el nivel 1 (son X_1, X_2, \dots, X_{24}).

Por otro lado, la variación entre departamentos también se explica por variables medidas a nivel de departamentos (W_1, W_2 y W_3). El modelo de intercepto aleatorio sería el siguiente:

Modelo con Intercepto aleatorio.

Nivel Individual (Nivel 1):

$$\text{Logit}(\pi_{ij}) = \beta_{0j} + \beta_{1j} * X_{1ij} + \beta_{2j} * X_{2ij} + \dots + \beta_{24j} * X_{24ij}$$

Nivel Grupal (Nivel 2):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} * w_{1j} + \gamma_{02} * w_{2j} + \gamma_{03} * w_{3j} + U_{0j}$$

Donde:

β_{0j} : es el promedio de la variable respuesta para el departamento j.

β_{pj} : son coeficientes fijos del nivel individual (nivel 1), ($p > 0$).

γ_{01} : es el efecto de la variable independiente de nivel 2 en las pendientes específicas de los departamentos.

Una vez formulado el modelo, el paso siguiente a realizar será la estimación de los parámetros del mismo, evaluar la bondad del ajuste y la significancia de cada uno de los coeficientes estimados, seleccionando aquel modelo que mejor explique la variación de los datos. Los resultados del ajuste del modelo se muestran en la Tabla 4.6.

En relación al análisis de las variables se encontró que la posibilidad de presentar desnutrición crónica es significativamente mayor entre los niños con bajo peso al nacer (OR: 1.81; IC. 1,43 – 2,28). La presencia del bajo peso al nacer en los niños y niñas, desde el punto de vista epidemiológico es un problema trazador para la identificación de desigualdades en el proceso salud/enfermedad/atención ya que es sensible a diferentes condiciones de vida. Por otro lado, se tiene que el riesgo de presentar desnutrición crónica aumenta significativamente a medida que se incrementa el orden de nacimiento del niño y niña (OR: 1.33; IC. 1,15 – 1,53).

Finalmente, el análisis de las características de los niños y niñas muestra que un tamaño pequeño al momento de nacer (OR: 1.94; IC. 1,66 – 2,26) y el sexo masculino (OR: 1.25; IC. 1,10 – 1,43) incrementa la posibilidad de que el niño o niña presente desnutrición crónica.

En relación a las características de la madre se observa que el riesgo de que el niño o niña presente desnutrición crónica incrementa cuando la madre no habla castellano (OR: 1.67; IC. 1,37 – 2,04). Por otro lado, también se observa que la posibilidad de presentar desnutrición crónica es significativamente mayor entre las madres cuya talla es menor a 150 centímetros (OR: 2.46; IC. 2,16 – 2,79).

TABLA 4.6

PERÚ 2009: FACTORES ASOCIADOS CON LA PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS Y NIÑAS MENORES DE 5 AÑOS. COEFICIENTES ESTIMADOS, OR AJUSTADOS E INTERVALOS DE CONFIANZA

FACTORES ASOCIADOS *	MODELO CONSIDERANDO UN MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DE UN SOLO NIVEL				MODELO CONSIDERANDO UN MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DE DOS NIVELES				
	COEFICIENTES ESTIMADOS (ERROR ESTANDAR)	OR Ajustados	I.C 95.0% para OR ajustado		COEFICIENTES ESTIMADOS (ERROR ESTANDAR)	OR Ajustados	I.C 95.0% para OR ajustado		
			L.I	L.S			L.I	L.S	
CARACTERÍSTICAS DEL NIÑO Y NIÑA									
<i>Peso Del niño al nacer</i>									
bajo/ Insuficiente	0.588 (0.116)	1.80	1.43	2.26	0.592 (0.118)	1.81	1.43	2.28	
<i>Orden de nacimiento</i>									
4,5,6+ orden	0.291 (0.072)	1.34	1.16	1.54	0.285 (0.073)	1.33	1.15	1.53	
<i>Tiempo en que empeczo a lactar</i>									
Un día después	0.303 (0.122)	1.35	1.07	1.72	0.276 (0.124)	1.32	1.03	1.68	
<i>Tamaño del niño al nacer</i>									
pequeño	0.653 (0.078)	1.92	1.65	2.24	0.662 (0.079)	1.94	1.66	2.26	
<i>Sexo</i>									
Varon	0.213 (0.064)	1.24	1.09	1.40	0.227 (0.065)	1.25	1.10	1.43	
<i>Pecho o nariz tupida</i>									
Sí	0.235 (0.081)	1.26	1.08	1.48	0.203 (0.083)	1.23	1.04	1.44	
CARACTERÍSTICAS DE LA MADRE									
<i>Talla de la madre (cm)</i>									
<= 150 cmts	0.920 (0.064)	2.51	2.21	2.85	0.899 (0.065)	2.46	2.16	2.79	
<i>Lengua materna de la madre</i>									
Otro idioma	0.599 (0.092)	1.82	1.52	2.18	0.515 (0.101)	1.67	1.37	2.04	
<i>Frecuencia con la que la madre lee periodico</i>									
Nunca	0.350 (0.079)	1.42	1.22	1.66	0.325 (0.081)	1.38	1.18	1.62	
CARACTERÍSTICAS DEL HOGAR									
<i>Tipo de lugar de residencia</i>									
Rural	0.308 (0.080)	1.36	1.16	1.59	0.293 (0.083)	1.34	1.14	1.58	
<i>Quintil de riqueza</i>									
Muy pobre/pobre	0.623 (0.085)	1.86	1.58	2.20	0.62 (0.087)	1.86	1.57	2.20	
CARACTERÍSTICAS DEL DEPARTAMENTO									
% de mujeres que alcanzaron el nivel de educación primaria	0.086** (0.014)				0.102** (0.025)				
Varianza de los efectos aleatorios (U0j)									
<i>Departamentos</i>					0.103 (0.034)				
<i>Numero de observaciones</i>	6820				6820				
<i>Grupos</i>					24				
<i>Desvianza</i>	6153.57				6006.38				

* categoría de referencia ver tabla 4.1

**p<= 0.05

Respecto a las características del hogar se encontró que la posibilidad de presentar desnutrición crónica es significativamente mayor en niños y niñas que residen en zona rural (OR: 1.34; IC: 1,14 – 1,58) esto se explica porque el residir en el área urbana mejora el acceso a la información y a los servicios de salud.

Tomando como referencia los hogares que fueron clasificados como no pobres la posibilidad de presentar desnutrición crónica es mayor (OR: 1.86; IC. 1,57 – 2,20) para aquellos niños y niñas que viven en hogares clasificados como pobres o muy pobres.

Dado que muchos de los factores que influyen en el estado de salud del niño y niña no son características individuales; sino del ambiente físico, social y cultural en que ellos viven, fue necesario proponer modelos que incluyan este tipo de variables y así identificar los efectos de características de contextos diferentes sobre el estado nutricional de los niños y niñas.

Dadas las diferencias entre departamentos, como el costo de vida entre ellos, se incluyó en el modelo la variable ingreso promedio mensual entre departamentos obteniéndose que esta variable no resulta significativa, quizá se deba a que a nivel individual resultó significativa la variable Quintil de riqueza la misma que permite medir de una u otra forma el nivel de ingreso dentro cada hogar del niño y niña. En relación a la variable número de establecimientos de salud en cada departamento no resultó significativamente relacionado con la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años.

La única variable de nivel 2 correspondiente a los departamentos que resultó significativa fue el porcentaje de mujeres que alcanzaron el nivel de educación primaria, ya que a medida que aumenta el porcentaje de mujeres que alcanzaron el nivel de educación primaria, se incrementa el riesgo de presencia de desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años ($p \leq 0.05$). Resultados que podrían estar reflejando el papel fundamental que tiene el nivel educativo de las mujeres, ya que la madre tiene un rol muy importante sobre la nutrición de sus hijos.

En cuanto a la evaluación del modelo se realizó el cálculo del coeficiente de correlación intraclase para observar el comportamiento de las varianzas de los efectos aleatorios correspondientes al factor departamento (nivel 2), el cual indica, que cuando se incorpora en el modelo variables explicativas de nivel individual y grupal, disminuye la variabilidad de la frecuencia de desnutrición

crónica en niños y niñas menores de cinco años entre los departamentos. Obteniéndose que entre el modelo nulo y el modelo que incluye variables explicativas de nivel 1 y nivel 2 el valor del coeficiente de correlación intraclase disminuye de 16% a 3%. Es decir que, al incorporar en el modelo variables explicativas de nivel individual y grupal, la variabilidad total de la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años, tiende a reducirse.

En resumen, los coeficientes de regresión expresados en términos de razones de chance confirman los resultados del análisis bivariado en términos de prevalencia de desnutrición crónica infantil y son coherentes con los resultados indicados en la literatura sobre la desnutrición crónica infantil. Por lo que se puede concluir que los factores que se encuentran fuertemente asociados con la desnutrición crónica son el tamaño y peso al nacer del niño y niña, la talla de la madre y el nivel socioeconómico del hogar donde vive el niño y niña (quintil de riqueza acumulada) y respecto a las características departamentales resulta importante el porcentaje de mujeres con nivel de educación primaria.

Finalmente, es importante resaltar que, una combinación de los efectos tanto individuales como contextuales pueden ayudar a obtenerse resultados altamente significativos en la reducción de la prevalencia de desnutrición crónica de los niños y niñas menores de cinco años en nuestro país.

CONCLUSIONES

Respecto a la desnutrición crónica infantil, los resultados muestran que efectivamente hay un efecto de grupo sobre la posibilidad de que el niño y niña tenga desnutrición crónica, que no puede explicarse por diferencias en las variables relacionadas con las características del hogar, de las madres o de los niños y niñas, medidos a nivel individual. En otras palabras, los resultados de la investigación, utilizando información de la ENDES 2009, permiten concluir que el departamento de procedencia constituye un factor que afecta de manera diferencial a la desnutrición crónica infantil y que para la erradicación de la desnutrición crónica en niños menores de cinco años en el Perú, habría que considerar características propias del niño y niña, madre, hogar y departamento para así establecer mejores estrategias con el fin de erradicar la desnutrición crónica en niños y niñas menores de cinco años y así contribuir integralmente con estos aspectos a la reducción de la mortalidad infantil tanto en ciudades como en lugares alejados de estas.

Los resultados del análisis multinivel revelan que cada una de las variables que representan características de departamentos, hogares, de las madres y los niños y niñas se encuentran estadísticamente asociados a la desnutrición crónica infantil. Los valores positivos de los parámetros estimados indican mayores posibilidades de desnutrición crónica entre la población infantil comprendida en las categorías de análisis cuando son comparadas con la población considerada en las categorías de referencia.

En lo relacionado con la metodología de análisis multinivel podemos decir que, entre las ventajas del uso de modelos multinivel con respecto a los modelos de regresión de un sólo nivel es que, estos modelos correctamente utilizados nos permiten obtener estimaciones más eficientes de los coeficientes del modelo de regresión y sus varianzas. Para ver la eficiencia de los coeficientes del modelo propuesto, se realizó el ajuste de un modelo de regresión logística de un solo nivel incluyendo las mismas variables (Ver Tabla 4.6), obteniéndose los odds ratio (OR) ajustados y la desvianza para el modelo donde se puede observar que los valores son muy similares a lo obtenido con la aplicación del modelo de

regresión logística de dos niveles, por lo que con la aplicación del modelo de regresión logística multinivel; se ha ganado en resolver problemas conceptuales ya que muchas veces se emplea el nivel equivocado y se extrae conclusiones erróneas (analizar los datos a un nivel y extraer conclusiones a otro), además que permite determinar el efecto directo de las variables explicativas individuales (nivel 1) y de grupo (nivel 2) y determinar qué porcentaje de la variabilidad de la variable dependiente es atribuida al grupo (nivel 2).

Una limitación para el uso del método, son los paquetes estadísticos disponibles. Aunque algunos tipos de modelos multinivel pueden ser ajustados con paquetes estadísticos conocidos como el SAS, existen programas especialmente desarrollados para ajustar estos modelos como el MLwin, HLM que son capaces de ajustar toda una gama de modelos, incluyendo los más complejos. El perfeccionamiento de los paquetes estadísticos y la mayor disponibilidad de textos introductorios, de la mano con una mayor experiencia en el uso de los modelos, llevarán al crecimiento del número de usuarios de esta técnica.

RECOMENDACIONES

- Para reducir los porcentajes de desnutrición crónica infantil a nivel nacional se debe priorizar los departamentos donde se presenta mayores porcentajes de desnutrición crónica infantil se requiere intervenir prioritariamente aquellos hogares considerados como pobres, entre las madres que no tienen instrucción o tiene instrucción primaria y aquellas cuya talla es menor de 150 centímetros, así como entre el grupo de niños y niñas que tuvieron bajo peso al nacer.
- Para mejorar la efectividad y eficacia de los programas de alimentación y nutrición se debe establecer la relación y los mecanismos a través de los cuales las características de los hogares se relacionan con características de las madres, sus hijos y se asocian con la desnutrición crónica infantil; características de las madres se relacionan con características de sus hijos y se asocian con la desnutrición crónica infantil y finalmente, características de los niños se asocian directamente con la desnutrición crónica infantil, relacionadas con características de los hogares y las madres.
- Tener un mejor conocimiento sobre el papel de las características biológicas relacionadas con la talla de la madre y el peso del niño y niña al nacer y su relación con la desnutrición crónica infantil y asociarlo a su vez frente a variables sociales, económicas y demográficas relacionadas por ejemplo, con los servicios de salud materno-infantil.
- Finalmente para la aplicación de los modelos multinivel se debe tener muy en cuenta que los datos de la población estudiada deben tener estructura jerárquica o pueden provenir de una muestra multiétapica, ya que en el uso de modelos multinivel, las unidades de análisis correspondiente a cada nivel deben estar bien definidas. Para tal efecto, se aclara que se deben tener datos para un mínimo de 2 niveles, donde el nivel 1 debe ser la mínima unidad estudiada y los siguientes niveles, deben contener al anterior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Popkin BM, (1994), the nutrition transition in low - Income Countries: An Emerging Crisis, Rev, 52: 285-298.
- [2] INEI. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar-ENDES, (1992 y 2000).
- [3] Fondo de las Naciones Unidas para la infancia – UNICEF, (1998), “The State of World Children: Focus on Nutrition”; Oxford University Press.
- [4] UNICEF, (1998), Estado Mundial de la Infancia.
- [5] Rogers BL, Rajabiun S. Levinson J., et al.; (2001), Reducción de la desnutrición crónica en Perú: una propuesta de estrategia nacional, Lima, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).
- [6] INEI. ENDES (2000), Informe Principal.
- [7] INEI. ENDES (2009), Informe Principal.
- [8] World Health Organization – WHO, (2006), Child growth standards. Length / height-for-age, weight-for-age, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods development., Geneva.
- [9] Lozano de la Torre M., (2007), Nuevo patrón de crecimiento infantil de la Organización Mundial de la Salud basado en lactantes amamantados: Barcelona.; 66(2) ,177–83.
- [10] Cooperativa para Asistencia y Auxilio en Cualquier Parte – CARE, (2003-2004), Acciones efectivas para reducir la Desnutrición Crónica- Evidencias del cambio en zonas rurales del Perú.
- [11] Waterlow J.C., (1996), Malnutrición Energético Proteica. Publicación científica núm. 555. 35.

- [12] Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL, UNICEF, Oficina Regional para América latina y el Caribe - UNICEF TACRO, (2006); Desafíos, Boletín de la infancia y adolescencia sobre el avance de los objetivos de desarrollo del Milenio. Desnutrición infantil en América Latina y el Caribe, (2).

- [13] Pajuelo J. (1999). Resultados del II Censo nacional de talla en escolares en el Perú; Ministerio de Educación.

- [14] Programa Salvadoreño de investigación sobre desarrollo y medio ambiente .PRISMA, (1991-1992), Informe final de Vigilancia Nutricional. Región Lima.

- [15] Martorell R., Kettel Khan L., Schroeder DG., (1994); Reversibility of stunting: epidemiologic findings in children from developing countries. Eur J. Clin Nut 48, (Suppl, 1), S45-S57.

- [16] Suarez M., (1999), Determinantes de la desnutrición aguda y crónica en niños menores de 3 años. Un sub análisis de la ENDES 1992 Y 1996, PRISMA – Instituto Nacional de Estadística e Informática.

- [17] Pelletier DL, Frongillo EA, Schroeder Dg, Habicht J- P., (1995); The effects of malnutrition on child mortality in developing countries., 7(4); 443-448.

- [18] Guerrant RL, Schorling JB., (1992); Diarrhea as a cause and effect of malnutrition: diarrhea prevents. Catch – up growth and malnutrition increases diarrhea frequency and duration, Am J. Trop Hyg 1992; 47:28-35.

- [19] El Samani WFZ, Willet WC., (1988); Association of malnutrition and diarrhea in children aged under five years: A prospective follow- up study in a rural Sudanese community, (128) 93-105.

- [20] David W. Hosmer & Stanley Lemeshow, (2000); Applied Logistic Regression. (2 ed); 392 pag.

- [21] Douglas C. Montgomery, (2002), Introducción al Análisis de Regresión lineal. (3 ed); 587 pág.
- [22] Ana .v. Diez Roux, (2002), A Glossary for Multilevel analysis. J.Epidemiol. Community Health; 56; 588-594.
- [23] Tom A.B.Snijders y Roel J. Bosker., (1999); Multilevel Analysis: An introduction to Basic and advanced multilevel modeling. 272 pag.
- [24] J. Hox., Multilevel Modeling: When and Why. University de Amsterdam and University of Utrecht. 8 pag.
- [25] Harvey Golstein, (1999); Multilevel Estatistical Model. Institute of education. London. 163 pag.

ANEXOS

CARACTERISTICAS DEL NIÑO Y NIÑA RELACIONADOS CON LA PREVALENCIA DE DESNUTRICIÓN CRÓNICA.

Anexo 1.1: Prueba Chi-Cuadrado entre las variables: Desnutrición crónica y sexo del niño

Prueba	Valor	Sig.
Chi-cuadrado de Pearson	7.167	.007

Los resultados se basan en pruebas bilaterales con un nivel de significación 0.05

Anexo 1.2: Comparaciones de proporciones de columnas

Desnutrición Crónica		Sexo del niño	
		mujer	varón
		(A)	(B)
Desnutrición Crónica	NO	B	A
	SI		

Los resultados se basan en pruebas bilaterales con un nivel de significación 0.05

Anexo 1.3: Prueba Chi-Cuadrado entre las variables: Desnutrición crónica y Peso del niño al nacer

Prueba	Valor	Sig.
Chi-cuadrado de Pearson	126.321	.000

Los resultados se basan en pruebas bilaterales con un nivel de significación 0.05

Anexo 1.4: Prueba Chi-Cuadrado entre las variables: Desnutrición crónica y Orden de nacimiento del niño

Prueba	Valor	Sig.
Chi-cuadrado de Pearson	165.234	.000

Los resultados se basan en pruebas bilaterales con un nivel de significación 0.05

Anexo 1.6: Prueba Chi-Cuadrado entre las variables: Desnutrición crónica y Tamaño del niño al nacer

Prueba	Valor	Sig.
Chi-cuadrado de Pearson	164.298	.000

Los resultados se basan en pruebas bilaterales con un nivel de significación 0.05

CARACTERISTICAS DE LOS DEPARTAMENTOS DEL PERÚ

Anexo 1.19: Estadísticas por departamento

Departamentos	Población 2009	N° de establecimientos del sector salud	% de mujeres con nivel de educación primaria	Ingreso promedio mensual
Amazonas	411,043	491	14.2	719
Ancash	1,109,849	456	8	777
Apurímac	444,202	334	8.2	539
Arequipa	1,205,317	331	4.3	1058
Ayacucho	642,972	379	9.9	579
Cajamarca	1,493,159	818	11.4	663
Cusco	1,265,827	336	8	768
Huancavelica	471,720	346	11.7	498
Huánuco	819,578	272	7.6	580
Ica	739,087	183	4	897
Junín	1,292,330	514	9	798
La Libertad	1,725,075	337	8.6	915
Lambayeque	1,196,655	223	5.5	682
Lima	9,908,228	1194	4.1	1279
Loreto	970,918	375	10.1	743
Madre de Dios	117,981	119	7.5	1417
Moquegua	169,365	69	5.1	1370
Pasco	290,483	275	10.4	815
Piura	1,754,791	458	9.5	742
Puno	1,340,684	484	10	511
San Martín	771,021	440	11.4	800
Tacna	315,534	95	6.3	1028
Tumbes	218,017	63	6.9	860
Ucayali	458,177	216	7.9	853

Fuente: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)